< 13

Énfasis

EDUCACIÓN EN CIENCIAS: EXPERIENCIAS INVESTIGATIVAS EN EL CONTEXTO DE LA DIDÁCTICA, LA HISTORIA, LA FILOSOFÍA Y LA CULTURA

Compilador
William Manuel Mora Penagos

Autores
Olga Lucía Godoy Morales
Jair Zapata Peña
Rubinsten Hernández Barbosa
Nadenka Melo
Liliana Angélica Rodríguez Pizzinato
Edier Hernán Bustos Velazco
María Juliana Beltrán Castillo

Doctorado Interinstitucional en Educación DIE
Universidad del Valle
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Universidad Pedagógica Nacional

Doctorado Interinstitucional en Educación DIE

Universidad del Valle · Universidad Distrital Francisco José de Caldas · Universidad Pedagógica Nacional

Énfasis

Libros de los énfasis del Doctorado Interinstitucional en Educación

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Educación en ciencias : experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura / William Manuel Mora Penagos ... [et al.]. -- Bogotá ; Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.
168 páginas ; 24 cm.
ISBN 978-958-8897-53-0
1. Educación superior - Métodos de enseñanza 2. Metodología científica - Enseñanza superior 3. Investigación en educación superior I. Mora Penagos, William Manuel.
378 cd 21 ed.
A1485126
CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

Énfasis

Libros de los énfasis del Doctorado Interinstitucional en Educación

Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura

Compilador

William Manuel Mora Penagos

Autores

Olga Lucía Godoy Morales
Jair Zapata Peña
Rubinsten Hernández Barbosa
Nadenka Melo
Liliana Angélica Rodríguez Pizzinato
Edier Hernán Bustos Velazco
María Juliana Beltrán Castillo

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá, Colombia, 2015

Doctorado Interinstitucional en Educación DIE

Universidad del Valle · UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS · UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Comité Editorial Interinstitucional-CAIDE
Carlos Javier Mosquera Suárez
Director Nacional

Alexander Ruiz
Coordinador DIE, Universidad Pedagógica Nacional

Sandra Soler Castillo
Directora DIE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Jaime Humberto Leiva
Coordinador DIE, Universidad del Valle

Comité Editorial-CADE
Sandra Soler Castillo
Presidenta CADE

William Manuel Mora Penagos
Representante grupos de investigación: Interculturalidad, Ciencia y Tecnología-INTERCITEC, y del Grupo Didáctica de la Química-DIDAQUIM, del Énfasis de Educación en Ciencias.

Carlos Arturo Guevara Amórtegui
Representante de los grupos de investigación: Moralia, Estudios del Discurso, Filosofía y Enseñanza de la Filosofía, Grupo de investigación Interdisciplinaria en Pedagogía de Lenguaje y las Matemáticas–GIIPLyM y Jóvenes, Culturas y Poderes, del Énfasis de Lenguaje y Educación.

Martin Eduardo Acosta Gempeler
Representante de los grupos de investigación: Grupo de Investigación Interdisciplinaria en Pedagogía de Lenguaje y las Matemáticas GIIPLyM, Matemáticas Escolares Universidad Distrital-mescud y Edumat, del Énfasis de Educación Matemática

Bárbara García Sánchez
Representante del grupo de investigación Formación de Educadores, del énfasis de Historia de la Educación, Pedagogía y Educación Comparada

Carlos Javier Mosquera Suárez
Rector (E)
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez
Vicerrector Académico
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

ISBN Impreso 978-958-8897-53-0
ISBN Digital 978-958-8897-54-7

© U. Distrital Francisco José de Caldas

Preparación Editorial
Doctorado Interinstitucional en Educación
Sede U. Distrital Francisco José de Caldas
http://die.udistrital.edu.co

Elban Gerardo Roa Díaz
Asistente editorial
eventosdie@udistrital.edu.co

Fondo de publicaciones
U. Distrital Francisco José de Caldas
Carrera 24 No. 34 – 37
PBX: (57+1) 3239300, ext.6201 publicaciones@udistrital.edu.co

Revisión de estilo, diseño e impresión
Fundación Común Presencia
Cra 11 No. 61 - 35 (401)
Tel: 249 5782. Bogotá.

Prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra por cualquier medio sin permiso escrito de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá, Colombia, 2015

CONTENIDO

Presentación. *William Manuel Mora Penagos* 11

I. La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia
Olga Lucía Godoy Morales 15
Introducción 15
La didáctica de las ciencias y su desarrollo 16
La didáctica de las ciencias desde la perspectiva de la educación en ciencias 19
La didáctica de las ciencias y su epistemología 20
Contribuciones de la historia y la filosofía de las ciencias a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias 22
La HFC y la didáctica de la física 24
Las contribuciones a los estudiantes 25
Aportes desde y para el aprendizaje 25
Aportes en el entendimiento de los estudiantes sobre la naturaleza epistemológica de la ciencia 26
Aportes a la promoción de la formación ciudadana desde la ciencia 26
Aportes a la formación en ciencias 27
Las contribuciones al Docente 28
A la formación en ciencias de los docentes 28
Al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias 29
Para finalizar 30
Bibligrafía 31

II. Implicaciones didácticas de la inclusión de la historia y filosofía de las ciencias en la enseñanza de las ciencias: Una interpretación histórica del electromagnetismo. *Jair Zapata Peña* 35
Introducción 35
Implicaciones didácticas de la inclusión de HFC 38
Aproximación al recorrido histórico del electromagnetismo: Sobre los fenómenos eléctricos 41
Sobre el magnetismo y su carrera hacia el estatuto epistemológico del electromagnetismo 44
Reflexiones Finales 53
Bibliografía 56

III. El contexto cultural en las prácticas educativas de profesores de ciencias del sector rural: una ruta metodológica para su comprensión. *Rubinsten Hernández Barbosa* 59
Introducción 59

Problema de investigación 60
Aspectos generales del marco conceptual del proyecto 62
Objetivos 66
Enfoque investigativo 67
Aspectos particulares del diseño metodológico 70
Fase 1. Construcción y validación de los instrumentos 70
Fase 2. Diligenciamiento de los instrumentos escritos 73
Fase 3. Historia de vida y entrevista 73
Fase 4. Organización de la información 76
Fase 5. Encuentro de docentes de ciencias del sector rural 76
Fase 6. Propuesta de modelo de intervención de formación de docentes 78
Reflexiones finales 80
Bibliografía 83

IV. Contribuciones de los estudios de aula a la enseñanza de las ciencias desde la diversidad cultural. *Nadenka Melo* 87
Introducción 87
La cultura como escenario de desarrollo de la diversidad cultural en relación con la enseñanza de las ciencias 87
Relación entre la Diversidad Cultural y la Enseñanza de las Ciencias 91
Estudios de aula 93
Heterogeneidad de las aulas de clase 94
Conocimientos Científicos Escolares (CCE) 95
Conocimientos Ecológicos Tradicionales (CET) 96
Tránsito y Cruce de fronteras culturales entre CCE y CET 97
Puentes entre conocimientos, una manera de facilitar el cruce de fronteras culturales en el aula de clase 98
Consideraciones finales 100
Bibliografía 101

V. Aproximaciones a la conceptualización de territorio epistémico. *Liliana Angélica Rodríguez Pizzinato* 107
Introducción 107
Territorios y conocimientos. Aproximaciones, convergencias y divergencias 107
Territorios epistémicos: conceptualización 114
Reflexiones finales 119
Bibliografía 120

VI. Contribuciones metodológicas para el estudio de las concepciones de territorio de profesionales de ciencias de la tierra. *Edier Hernán Bustos Velazco* 125
Introducción 125

Territorios diversos 126
Perspectivas de territorio 128
Protocolo de entrevista 130
Definiciones provisorias en términos de los códigos 131
Situaciones para la entrevista 139
A manera de conclusión 142
Bibliografía 142

VII. Reflexiones sobre algunos alcances del racismo científico en Colombia. 147
María Juliana Beltrán Castillo
Introducción 147
Racismo Científico 148
¿Qué se entiende por racismo científico? 148
Racismo a partir de las ciencias naturales 150
Racismo a partir de la medicina y la antropología 151
Racismo a partir de la historia y la filosofía 152
Concepto de "raza humana" en la actualidad 153
Algunas implicaciones del racismo científico en Colombia 153
"Raza humana y criminalidad" 155
"Raza humana y mente" 156
"Raza humana y salud" 157
"Raza humana y progreso" 157
Consideraciones finales 159
Bibliografía 161

Sobre los autores 165

PRESENTACIÓN

En este libro se compilan siete trabajos que hacen parte de los proyectos de investigación de un grupo de estudiantes del Énfasis en Educación en Ciencias, del programa de Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" DIE-UD.

Los tres primeros capítulos son resultado del trabajo en el grupo de investigación DIDAQUIM, el primero bajo la dirección del profesor Álvaro García Martínez, y los dos siguientes del profesor Carlos Javier Mosquera. Los últimos cuatro capítulos se desarrollaron en el grupo INTERCITEC bajo la dirección de la profesora Adela Molina Andrade.

En el capítulo primero, "La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y filosofía de la ciencia", la profesora Olga Lucia Godoy Morales, muestra una discusión sobre la naturaleza de la Didáctica de las Ciencias (DdC) y los aportes de la Historia y la filosofía de las ciencias (HFC) a su consolidación como disciplina autónoma, y en particular a sus implicaciones sobre los procesos formativos de docentes y estudiantes. Se presenta la DdC como una disciplina joven independiente de la pedagogía, que nace en Iberoamérica en los años ochenta del siglo pasado, emparentada en sus orígenes con la "educación en ciencias" más antigua y de tradición angloamericana.

Citando a varios investigadores representativos del campo de la DdC se muestran criterios que estos autores han planteado para argumentar que esta didáctica cumple con los requisitos epistemológicos para ser considerada una disciplina autónoma metateórica dirigida a resolver problemas de la relación enseñanza–aprendizaje y de formación del profesorado, con su propia comunidad, líneas de investigación, medios de difusión, congresos y handbooks donde se presentan las tendencias, conclusiones en periodos de tiempo específicos y altos niveles de concreción de su producción en doctorados, en muchos países. También se muestra que como este campo se encuentra en constante evolución, las ideas presentadas por algunos autores que la consideran como "ciencia del diseño" lleva a nuevas interpretaciones de la DdC.

La relación meta discusiva entre la DdC y la HFC, ha contribuido a la aparición del concepto de "ciencia escolar", y ha generado distintas contribuciones al aprendizaje de los estudiantes (que les permite distinguir entre distintas formas de conocimiento, promover la formación científica y la participación ciudadana cualificando mejorando sus actitudes hacia las ciencias y su aprendizaje), y a la formación y ejercicio docente (mejorando sus criterios de reflexión acerca de las ciencias y su enseñanza, identificando posibles formas de mejoramiento de su enseñanza.

En el capítulo segundo, "Implicaciones didácticas de la Inclusión de la historia y filosofía de las ciencias (HFC) en la enseñanza de las ciencias: Una interpretación histórica del electromagnetismo", Jair Zapata Peña nos presenta distintos argumentos, que desde la década de los años sesenta del siglo XX, han estado tanto a favor como en contra de la necesidad de incluir la HFC en la enseñanza de las ciencias, mostrándose partidario de su uso para favorecer los aprendizajes y la construcción de modelos didácticos, al presentar una imagen crítica de los distintos obstáculos y crisis que ha tenido la ciencia en su proceso de desarrollo, favoreciendo de esta forma el cambio en las concepciones alternativas de los estudiantes, y por otro lado el desarrollo profesional docente, al enfrentar las visiones positivistas de las ciencias que han estado articuladas a los modelos didácticos tradicionales. En un segundo apartado y basándose en una revisión de la literatura, principalmente de revistas en educación en ciencias, se muestra un recorrido histórico de los fenómenos eléctricos donde se destacan los paradigmas dominantes a lo largo de cuatro siglos y los principales artífices de sus avances conceptuales. Por último y sin comprometerse directamente en mostrar experiencias didácticas específicas de cómo se ha usado didácticamente HFC del fenómeno eléctrico, el autor invita a trabajar la perspectiva social y crítica en la didáctica de las ciencias para aportar en la desmitificación del rol de los científicos y el cambio permanente de las ciencias.

En el capítulo tercero, "El contexto cultural en las prácticas educativas de profesores de ciencias del sector rural: una ruta metodológica para su comprensión", Rubinsten Hernández Barbosa nos presenta una reflexión sobre la construcción del diseño de la metodología que ha seguido en la realización de su proyecto de tesis, mostrándonos las fases seguidas, que pueden ser ejemplificantes para investigadores que trabajan con estudios de caso.

El escrito argumenta que el contexto cultural determina las dinámicas de negociación de significados sobre el conocimiento que se imparte desde las ciencias naturales, reconociendo el contexto como "puente" entre ciencia y cultura, por lo que se debe empezar por reconocer la escuela como un espacio de diversidad, alteridad e inclusividad para vivir juntos, en proyectos educativos de carácter local. Así, los profesores de ciencias del área rural, que se encuentran en contextos culturales particulares, deberían formar a sus estudiantes para que se identifiquen como miembros de un grupo y reconozcan sus raíces y contextos culturales, antes de dirigirlos solamente a una formación como ciudadanos del mundo, ya que los estudiantes son ante todo sujetos históricos situados.

Para cumplir con el objetivo de comprender cómo los profesores rurales de ciencias naturales tiene en cuenta el contexto cultural en sus prácticas educativas, el autor plantea una metodología cualitativa interpretativa y de estudio de caso, mostrando detalles de las seis fases de cómo se construyeron y validaron los instrumentos asociados a las técnicas de encuesta, historia de vida, la entrevista, la observación, y el análisis documental.

Por último, se ofrecen algunas ideas generales de estrategias, como el taller de reflexión colectiva, para aprovechar el contexto cultural en las clases de ciencias; comprometiéndose a plantear, diseñar y aplicar un "modelo de formación didáctica" a través de procesos reflexivos teniendo como insumo fundamental el contexto cultural.

En el capítulo cuarto, "Contribuciones de los estudios de aula a la enseñanza de las ciencias desde la diversidad cultural", elaborado por Nadenka Beatriz Melo Brito, se presenta una importante revisión en torno al concepto de cultura, así como respecto a diferentes propuestas y perspectivas para analizar las relaciones entre la diversidad cultural y la enseñanza de las ciencias. En el contexto de la enseñanza de las ciencias se revisan diferentes planteamientos respecto a las posibles relaciones entre el conocimiento científico escolar y otras formas de conocimiento, que les lleva a enfatizar en la propuesta de "puentes" como una perspectiva que permite comprender estas posibles relaciones. Esta revisión permite a la autora poner en evidencia la relevancia de realizar investigaciones en los contextos específicos colombianos, en particular respecto al fenómeno de la biodiversidad en la Guajira, a través de la tesis doctoral titulada: "Puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales, estudio de un fenómeno relacionado con la biodiversidad en la Escuela Lachón en Manaure, La Guajira". Así, el capítulo ofrece una rica diversidad de planteamientos que enriquecen la comprensión en torno a las relaciones entre diversidad cultural y enseñanza de las ciencias.

En el capítulo quinto, "Aproximaciones a la conceptualización de territorio epistémico", Liliana Rodríguez Pizzinato, explora el concepto de territorio como categoría para interpretar y estudiar las prácticas de los docentes. Se presenta allí un análisis del concepto como un hecho polisémico dada sus connotaciones tanto en lo espacial como en lo cognitivo. Lo primero, al interpretarlo desde espacios que permiten a personas y a comunidades validar su desarrollo cultural, así como su pertenencia e identidad; lo segundo porque ayudan a identificar ideas, creencias, saberes y prácticas a partir de la negociación de lenguajes en un campo del saber.

Desde este concepto se efectúa un análisis sobre territorialización de los conocimientos y de las acciones que desarrollan los profesores en sus procesos de práctica docente. Con ello se llegar a una interpretación de la "ecología de saberes", que revisa la idea de "revalorizar las intervenciones concretas en la sociedad y en la naturaleza que los diferentes conocimientos pueden ofrecer". Se concluye que la práctica docente es "el campo en el cual se expresan los territorios epistémicos en relación con intercomunicaciones que se presentan entre conocimiento y acción".

En el capítulo sexto, "Contribuciones metodológicas para el estudio de las concepciones de territorio de profesionales de ciencias de la tierra", el escrito propuesto por Edier Hernán Bustos Velazco, parte de la idea de que es muy

importante estudiar el territorio como elemento central en la formación de profesionales de las ciencias de la tierra, por lo que considera necesario investigar las concepciones y creencias docentes desde el paradigma cognitivista del "*pensamiento del profesor*", que las considera como teorías implícitas que pueden ser cambiadas por procesos de integración. Para tal fin presenta una reflexión teórica de cuatro tendencias conceptuales acerca del territorio: como campo de poder jurídico y político, como medio ambiente en términos del desarrollo sostenible, como construcción social, y como espacio físico. Esta reflexión le ha permitido generar una propuesta de investigación exploratoria en la que se propone una entrevista centrada en preguntas y situaciones hipotéticas en las que dos grupos de profesores de las universidades: Distrital de Bogotá y Tecnológica del Chocó, que trabajan en programas académicos ambientales, serán invitados a participar de esta aplicación.

En el capítulo séptimo, "Reflexiones sobre algunos alcances del racismo científico en Colombia", elaborado por María Juliana Beltrán Castillo, muestra que el racismo científico europeo instalado desde la época de la conquista en Latinoamérica, ha caracterizado actualmente el racismo científico en Colombia. Se muestran evidencias bibliográficas que desde la genética, el concepto biológico de "raza humana" fue consolidado y construido erróneamente a partir de la observación del fenotipo de las personas y que pese a no tener sustento científico, se acomoda en la sociedad como ideología excluyente y discriminatoria que genera dominación y sumisión, manteniendo la idea de ciencia como conocimiento de hombres blancos. Estos discursos dominantes se muestran históricamente con ejemplos en el campo biológico, la medicina, la política, la jurisprudencia, la geografía, la historia y la filosofía.

Se muestra que en Colombia esta situación de racismo científico está presente en la estigmatización negativa de origen étnico y geográfico, y que condujo desde comienzos del siglo XX a proponer por parte del Estado, el mestizaje biológico y cultural como vía hacia el progreso de la nación, consolidándose la eugenesia como creencia del perfeccionamiento de la especie humana por la vía biológica.

La autora, en sus consideraciones finales, se compromete a continuar la reflexión e investigación del racismo científico en el campo de la enseñanza de las ciencias, con el fin de plantear elementos en pro de una educación en ciencias que considere responsablemente el contexto cultural, reconociendo la diferencia y superando la desigualdad, generando posibilidades de contrastación, negociación e intercambio.

William Manuel Mora Penagos

LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y SU RELACIÓN CON LA HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Olga Lucía Godoy Morales
Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación
DIE - UD

Introducción

Este capítulo presenta una reflexión sobre la naturaleza de la didáctica de las ciencias (DdC) y su relación con la historia y la filosofía de las ciencias (HFC), al mismo tiempo que ciertas implicaciones sobre los procesos formativos de docentes y estudiantes. Para esto se ha estructurado en dos grandes apartados, el primero, centra la atención en la argumentación del estatus de la DdC desde la educación en ciencias, su epistemología y su relación con la HFC. El segundo apartado, parte de esta relación y se centra en las contribuciones de la HFC a la enseñanza de las ciencias, enfatizando en sus aportes hacia los actores y procesos de formación en ciencias.

La DdC como una disciplina joven independiente de la pedagogía, que nace en Iberoamérica en los años ochenta del siglo pasado, emparentada en sus orígenes con la "educación en ciencias" más antigua y de tradición anglosajona. Citando a varios investigadores representativos del campo de la DdC se muestran criterios que estos autores han planteado para argumentar que la DdC cumple con los requisitos epistemológicos para ser considerada una disciplina autónoma metateórica dirigida a resolver problemas de la relación enseñanza-aprendizaje y de formación del profesorado, con su propia comunidad, líneas de investigación, medios de difusión, congresos y *handbooks* donde se presentan las tendencias o conclusiones en periodos de tiempo específicos, y altos niveles de concreción de su producción en doctorados, en muchos países. También se plantea que es un campo con una consolidación reciente, donde las ideas presentadas por algunos autores que la consideran como "ciencia del diseño" lleva a nuevas interpretaciones de la DdC.

La DdC ha contribuido a la aparición del concepto de ciencia escolar, y la HFC, ha generado distintas contribuciones al aprendizaje de los estudiantes (que les permite distinguir entre distintas formas de conocimiento, promover la formación científica y la participación ciudadana mejorando sus actitudes hacia las ciencias y su aprendizaje), y a la formación y ejercicio docente (mejorando sus criterios de reflexión acerca de las ciencias y su enseñanza, identificando posibles formas de mejoramiento de su enseñanza).

La didáctica de las ciencias y su desarrollo

La didáctica de las ciencias es una disciplina joven, con una consolidación hacia la década de los noventa del siglo XX; según el análisis de Gil-Pérez (1994) sus inicios están en la década de los ochenta, planteamiento que es compartido por Gil-Pérez, Carrascosa & Martínez (1999) sin embargo, para Porlán (1998) siguiendo a Gutiérrez (1987), Aliberas et al. (1989) y Cañal (1990), sus inicios en realidad sucedieron en la década de los cincuenta en los países anglosajones con la realización de proyectos de investigación con el fin de mejorar la enseñanza de las ciencias. Esto respondió a una serie de medidas políticas y económicas que pretendían impulsar el desarrollo tecnocientífico de estos países.

En la actualidad se acepta que estos conceptos de educación en ciencias y didáctica de las ciencias sean caracterizados de formas diferentes, el primero en los países anglosajones y el segundo en algunos países de Europa como España, Portugal, Francia, Alemania, Italia y en general en países de habla hispana; de éste último se habla en éste escrito.

La transformación que ha tenido la didáctica de las ciencias desde que emergió, se debe a que se ha reconocido como un campo independiente de la pedagogía y de la didáctica general. La didáctica de las ciencias (DdC) puede ser considerada como una disciplina porque cumple con los requerimientos planteados por Toulmin: "un conjunto de problemas específicos, la existencia de una comunidad profesional, un punto de vista general y compartido sobre la disciplina, estrategias y procedimientos adecuados y poblaciones conceptuales en evolución vinculadas a los problemas específicos" (Toulmin, 1977, citado por Tamayo, 2009: 32). En este trabajo se entiende una disciplina como una región del conocimiento que implica al mismo tiempo un campo de trabajo y de relación social al que se accede a través de un proceso de formación caracterizado por la importancia que se reconoce al ejercicio de la investigación (Hernández & López, 2002).

Siguiendo los planteamientos de Toulmin la DdC es una disciplina; primero, porque tiene un problema específico: la enseñanza de las ciencias; el proceso de enseñanza de las ciencias plantea una problemática única, ya que los conocimientos científicos al ser específicos no pueden aprenderse ni enseñarse, al igual que, por ejemplo, los conocimientos musicales, de educación física, u otros. Por ello la didáctica de las ciencias constituye un campo específico de investigación. (Gil-Pérez et al., 1999).

Segundo, porque inicialmente se establecieron temáticas de investigación, entre las cuales estaban predominantemente: concepciones alternativas; las ideas intuitivas, preconcepciones, representaciones; resolución de problemas; prácticas de laboratorio; la evaluación y la formación de profesores, entre otras. Un avance significativo es que en la actualidad no son temáticas sino que se

han constituido en líneas de investigación, al establecerse cuerpos coherentes de conocimientos y grupos dedicados a realizar investigación en estas áreas.

En el caso colombiano, existen diferentes grupos de investigación que se dedican a desarrollar el énfasis de educación en ciencias. Cabe destacar en la Universidad Pedagógica Nacional:

- El Grupo Probleduciencias. Realiza investigaciones sobre estudios en calidad de vida y resolución de problemas y enseñanza de las ciencias.

- El Grupo Invaucol. Investiga el pensamiento de los profesores de ciencias (física); conocimiento de los profesores de ciencias (física); conocimiento de los estudiantes (física) y conocimiento didáctico del contenido con el profesor de esta área.

- Grupo Alternaciencias. Con las líneas de investigación: didáctica de los contenidos curriculares en química y enseñanza de las ciencias con enfoque CTSA.

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas:

- Grupo Didaquim. Con las líneas de investigación: relaciones entre la historia y la filosofía de las ciencias y la didáctica de las ciencias; cambio didáctico y formación del profesorado de ciencias e inclusión de la dimensión ambiental en la educación en ciencias.

- El Grupo Intercitec. Con las líneas de investigación: enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural y conocimiento profesional de los profesores de ciencias y conocimiento escolar.

- Grupo Greece, en el cual participan además investigadores de países como Argentina, Chile y México. Con líneas de investigación: comunicación en ciencias (estudio de habilidades cognitivo lingüísticas), TIC y enseñanza de las ciencias.

Existe entre las Universidad del Valle y la Universidad Pedagógica Nacional:

- Grupo Interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias. Con líneas de investigación, en acciones de maestros en ciencias: creencias, roles, metas y contextos en la enseñanza y el aprendizaje, elaboración de los conceptos científicos, epistemología, historia y desarrollo curricular en las ciencias, evaluación en ciencias y relación entre el conocimiento común y conocimiento científico.

En la Universidad del Valle:

- Grupo Ciencia, Educación y Diversidad. Con la línea de investigación en historia, filosofía y enseñanza de las ciencias.

Además, en el ámbito mundial, se han propuestos diferentes campos de investigación que los *handbooks* proponen cuando salen al público. Según el

Second Handbook of Science es posible identificar cinco tendencias de investigación en educación en ciencias: perspectivas socioculturales y educación urbana; aprendizaje y cambio conceptual; formación de profesores y desarrollo profesional; equidad y justicia social y valoración y evaluación (Fraser, Tobin & McRobbie, 2012).

Ahora, en tercer lugar, la DdC es una disciplina porque existe una comunidad académica que dispone de programas de formación postgradual (maestrías y doctorados), redes de difusión de resultados en congresos y publicaciones periódicas, es decir, existe un reconocimiento social en torno a la enseñanza de las ciencias como problema y, por consiguiente, se ha establecido una comunidad académica en las universidades que ofrecen programas de formación en este campo del conocimiento.

Finalmente existe una tradición académica que permite establecer una evolución histórica de la didáctica de las ciencias en países como: Alemania, Francia, España, Argentina, Chile, México y Colombia, entre otros. Gil-Pérez et al. (1999) los cuales reportaron que autores como: Bowen, 1975; Berger, 1979; Yager y Kahle, 1982; Bauman, 1983; Klopfer, 1983; Tiberghien, 1983 y 1985; Welch, 1985; Penick y Yager, 1986; Linn, 1987; Cañal y Porlán, 1988; Jiménez, 1988; Furió y Gil, 1989; Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo, 1989; Viennot, 1989; Porlán, 1993a; Gil, 1994 y 1996; y Martínez-Terrades (1998: 17)

realizaron investigaciones sobre tendencias de innovación, métodos de investigación y sobre la didáctica como disciplina emergente. En la actualidad este grupo de estudiosos se ha ampliado con las investigaciones realizadas por: Adúriz-Bravo (2008a); Adúriz-Bravo & Izquierdo (2005); Estany & Izquierdo (2001); Izquierdo (2000); Gonzáles (2007); Velásquez (2006); entre otros.

La comunidad académica ayuda a la consolidación del campo a través de publicaciones científicas, las cuales, en su mayoría, llevan pocos años en circulación. Sin embargo, la de mayor trayectoria es *Science Education* que apareció en 1916; casi 50 años después surge el *Journal of Research in Science Teaching* y desde 1972 circula *Studies in Science*.

A partir de la década de los ochenta en diferentes países comienzan a aparecer numerosas revistas como el *European Journal of Science Education*, *The Australian Journal of Science Education*, *ASTER*, *Science and Technological Education*, la *Revista de Enseñanza de la Física, O Ensino de Física*. Desde 1991 se publica *Science & Education* que presenta artículos relacionados con la historia y la filosofía de las ciencias y la enseñanza de las ciencias. Y en España en 1983 empieza a publicarse la revista *Enseñanza de las Ciencias* (revista ISI) que actualmente circula también en formato digital; también aparecen *Alambique, Investigación en la Escuela,* y en Colombia, *Tecné, Episteme* y *Didaxis* (TED), además *Didaska-*

lia: cuadernos docentes. Con la masificación del internet a comienzos del siglo XXI aparecen las revistas electrónicas: *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, Eureka* y *Ciences* (Gil-Pérez, 1994; SanMartí, 2008).

Otro aspecto importante es la publicación de diferentes *Handbooks*, en 1994 del Handbook of *Research on Science Teaching and Learning* editado por Gabel; en 1997 del *Handbooks of science education* editados por Fraser y Tobin; y la segunda edición por Fraser, Tobin & McRobbie en 2012*;* el *Handbook of Research on Science Education* editado por Abell y Lederman en 2007. Y por último, la realización de tesis doctorales en diferentes universidades europeas y latinoamericanas sobre las diversas líneas de investigación que se generan al interior de la didáctica de las ciencias.

Por lo tanto se puede afirmar que la didáctica de las ciencias no es una rama de la didáctica general, ni de las disciplinas pedagógicas, ni un campo interdisciplinar; ella tiene su objeto de estudio definido: la enseñanza en ciencias; el cual es un problema concreto y genera sus propios marcos conceptuales, produciendo nuevo conocimiento con relación a su objeto de estudio.

Adúriz-Bravo & Izquierdo (2002) consideran a la didáctica de las ciencias como disciplina porque es enseñable; la enseñabilidad es entonces un argumento central para sostener la disciplinariedad de la didáctica, debido a que tiene como condición necesaria la existencia de una estructura de coherencia propia, transponible y difundible, por ejemplo en España, la investigación en didáctica de las ciencias fue reconocida como área de investigación y docencia universitaria en 1985.

Comparto el planteamiento (Adúriz-Bravo & Izquierdo (2002), sobre la visión de la didáctica de las ciencias como:

> […] una disciplina con carácter propio, dotada de una perspectiva teórica autónoma (Izquierdo, 1990), que está conectada con otras, pero que no se limita a constituir un conglomerado de saberes ni una aplicación de modelos teóricos externos a situaciones de aula particulares. Desde sus orígenes, la didáctica de las ciencias ha apoyado su autonomía en un abordaje sistemático y científico de la educación en ciencias (Joshua & Dupin, 1993); para ello se ha sustentado en un enfoque curricular que combina los abordajes epistemológico y psicológico. (Cleminson, 1990: 136)

La didáctica de las ciencias desde la perspectiva de la educación en ciencias

En la actualidad la DdC desde una perspectiva de la educación en ciencias, se fundamenta en: la filosofía de la ciencia, en la psicología cognitiva y los contenidos de la misma ciencia (Estany & Izquierdo, 2001). La filosofía de la ciencia

es su primer fundamento teórico puesto que provee elementos que orientan el proceso reflexivo a segundo nivel, es decir, permite procesos de metacognición y se constituye en un componente fundacional de la misma.

La psicología cognitiva constituye el segundo elemento de la DdC asociada con su fundamentación, debido a que ésta indaga por los procesos mentales que se realizan para que se produzca el aprendizaje, se formen conceptos, se desarrollen procesos de razonamiento, entre otros (Estany & Izquierdo, 2001). La concepción del aprendizaje como un proceso supeditado al desarrollo cognitivo supone que, para que se produzca aprendizaje, no basta con que el individuo reciba orientación; lo que un sujeto puede aprender depende de su nivel de desarrollo cognitivo (Carretero & Limón, 1993). Durante el proceso de enseñanza el profesor realiza actividades y genera estrategias con el fin de facilitar y ayudar a los estudiantes a que se produzca el aprendizaje.

El tercer fundamento de la DdC es el contenido de las ciencias, para Duschl (1997) enseñar lo que se sabe en ciencias exige objetivos curriculares relativos al conocimiento científico, es decir, su desarrollo se basa en enseñar explícitamente la disciplina escolar o conocimiento particular: biología, física, matemática, química, las cuales constituyen el saber profesional del profesor. Para enseñar ciencias es importante que el profesor tenga conocimientos profundos sobre su disciplina.

La didáctica de las ciencias y su epistemología

A nivel epistemológico se concibe a la didáctica de las ciencias como una disciplina autónoma, de carácter metateórico (Koliopoulus, Adúriz-Bravo & Ravanis, 2011). La referencia de enseñar ciencias ocurre desde la concepción que los profesores tengan de la misma, razón por la cual surge la necesidad de recontextualizar el concepto tradicional de ciencia. En las últimas décadas se ha generado un interés por parte de científicos de las disciplinas y por los académicos del campo de la educación en ciencias (filósofos, sociólogos, historiadores de las mismas) de migrar de un concepto de ciencia absoluto, rígido y atemporal, a un concepto de ciencia relativizado según las necesidades socioculturales del contexto (Duschl, 1997). En este sentido, una nueva visión de las ciencias consiste en la humanización de las mismas, conectándolas con preocupaciones personales, éticas, culturales y políticas de los individuos de la sociedad. Por su naturaleza epistemológica, la didáctica de las ciencias tiene un carácter metateórico, al hacer reflexiones a segundo nivel sobre los modelos teóricos propuestos para mejorar la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, de acuerdo con el conocimiento que desarrolla, se concibe la DdC como una ciencia de diseño, en el sentido de una ciencia con un

proyecto o fin a conseguir; en la medida en que teoriza sobre la transmisión y construcción del conocimiento y sobre los procedimientos que las hacen posibles (Estany & Izquierdo, 2001). En concordancia con este planteamiento, para Gonzáles (2007) la expresión 'ciencias de diseño' designa conocimientos específicos que son elaborados para resolver, de manera articulada, problemas concretos que surgen en el entorno humano. En este contexto, la didáctica de las ciencias se puede caracterizar como una ciencia que tiene como objetivo práctico mejorar la enseñanza de las ciencias a través de plantear modelos teóricos que explican y modifican la enseñanza de las ciencias. Con relación a la producción de modelos teóricos Adúriz-Bravo & Izquierdo (2005) ven la DdC:

> […] como la producción de *modelos teóricos* que explican y modifican diferentes aspectos de la educación en las ciencias. Los modelos teóricos de la didáctica de la ciencia, que pueden ser llamados *modelos didácticos*, suelen estar inspirados, a través de un mecanismo análogo, en los modelos teóricos provenientes de otras ciencias disciplinas que estudian ciencia y su "gestión" en la sociedad. Por "meta-modelo" nos referimos a un modelo de segundo orden, es decir, una visión teórica de la filosofía de la ciencia sobre cómo se construyen y utilizan los modelos científicos. (p. 35)

De acuerdo con los planteamientos anteriores puede decirse que la didáctica de las ciencias constituye un conjunto teórico de explicaciones sobre el funcionamiento de la educación científica, potencialmente capaces de intervenir sobre ella para mejorarla.

La didáctica tiene un doble compromiso, por un lado con el estudiante de ciencia, al hacer la ciencia enseñable a través de la transposición didáctica, y por otro, con la disciplina de referencia para conocerla cada vez más y poder ser enseñada (Tamayo, 2009). Siguiendo los planteamientos de Izquierdo (2000) la didáctica de las ciencias (DdC) se puede concebir como la ciencia de enseñar ciencias y sus reflexiones incluyen aspectos sobre la ciencia misma y su enseñanza.

Para el desarrollo del trabajo de investigación doctoral se concibe la didáctica, como lo señalé anteriormente en el numeral 1.2, como una disciplina de carácter autónomo porque es enseñable, tiene sus propios medios de divulgación y tiene su propio objeto de estudio: la enseñanza de las ciencias. Su carácter es metateórico, por hacer reflexiones de segundo orden sobre la enseñanza en ciencias y el carácter de la ciencia en sí misma. La DdC como disciplina permea el proceso de enseñanza y aprendizaje, la formación inicial y permanente de los profesores, y finalmente los fundamentos y los objetivos teóricos o empíricos de la investigación en la disciplina (Adúriz-Bravo, 2008a).

Para Porlán (1998) describir y analizar los problemas más significativos de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias es una de las finalidades de la didáctica

de las ciencias, la otra dimensión complementaria, es elaborar y experimentar modelos que a la luz de los problemas detectados ofrezcan alternativas prácticas, coherentes y fundamentales.

La didáctica de las ciencias ha contribuido a la aparición del concepto de ciencia escolar, la cual se contituye en una actividad donde participan estudiantes, docentes y unos saberes especificos y que debe aportar a la formación ciudadana en ciencias (Izquierdo, M. Espinet, Bonit & Pujol, 2004), la cual esta fundamentada en el pensamiento crítico, en una ciencia de la complejidad que no deje de lado los problemas propios de la sociedad actual (Izquierdo, 2000).

Su objetivo según Izquierdo (1996) es "…(comprender los fenomenos del mundo y actuar sobre ellos, relancionándolos entre sí mediante ideas ordenadas o teorías); y por ello son dinámicas, puesto que este objetivo no se alcanza fácilmente" (p.3).

Contribuciones de la historia y la filosofía de las ciencias a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

La didáctica tiene diferentes líneas de investigación que se han consolidado a través de grupos de investigación nacionales e internacionales; sin embargo, la línea de la historia y la filosofía de la ciencia se ha venido incorporando cada vez más a la enseñanza de las ciencias (Matthews, 1994b). La HFC resultan ser, al interior de la DdC, vertientes relativamente nuevas y se han constituido en referentes metateóricos que promueven nuevas propuestas para la enseñanza de las ciencias.

En algunos países como: Brasil, Alemania, Italia, España, Israel, Estados Unidos, Finlandia, Colombia, Francia, Portugal y Grecia entre otros se han realizado trabajos que involucraron estos temas. Por ejemplo, en Brasil, Braga, Guerra & Reis (2012) evaluaron la viabilidad de utilizar controversias en la enseñanza; tambien Forato, Martins & Pietrocola (2012) elaboraron un curso piloto sobre la historia de la óptica para incoporar aspectos de HFC a la enseñanza secundaria, y realizan aportes al tema al sugerir algunos parámetros iniciales para guiar el uso de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñazanza de la misma, otra propuesta fue la desarrollada por Guerra, Braga & Reis (2013) donde incorporaron la HFC desde una perspectiva social, ellos elaboraron un proyecto pedagogico que usó la estrategia de utilizar material artístico como películas y la realización de obras de teatro, y que culminó con la elaboración de libros de texos sobre cada una de las seis temáticas del proyecto. En Italia, Dibattista & Morguese (2013) desarrollaron un proyecto titulado: *La historia de la ciencia va a la escuela* cuyos objetivos fueron construir un modelo de investigación con profesores de secundaria y universitarios para construir unidades didácticas utilizando HFC y segundo, encontraron evidencia de que este

enfoque es efectivo en lograr un mayor interés de los estudiantes en la ciencia. En Francia, Maurines & Beaufils (2013) realizaron la selección y análisis de documentos históricos para comunicar de una manera más auténtica la naturaleza de la ciencia. En Portugal, Lopes (2013) propuso introducir en la enseñanza de la física resolución de problemas desde el punto de vista histórico. En Alemania, Höttecke (2000) efectuó réplicas de algunos instrumentos históricos como herramientas para la enseñanza y el aprendizaje de la física. En Grecia, Develaki (2012) en su trabajo ofreció la perspectiva de reforzar la enseñanza de la ciencia en el aula, añadiendo en libros de texto de ciencias que por lo general carecen de HFC, información sobre la NdC. En estudios de género han trabajado las autoras Álvarez, Nuño & Solsonia (2003), quienes en su libro hacen un recorrido por la historia de las ciencias a través de la presencia de las mujeres en su construcción y producción, no sólo en la ciencia erudita, sino también en aquellas actividades encomendadas a ellas desde hace siglos, tales como la alimentación y el cuidado de las personas.

Por último, se encuentra que existen diferentes alternativas para trabajar con HFC en el aula entre ellas están: las réplicas de experimentos e instrumentos, controversias, resolución de problemas desde el punto de vista histórico, elaboración de libros de textos, proyectos pedagógicos que utilizan elementos artísticos, diseño de unidades didácticas, estudios de caso, estudios de bitácoras de laboratorio, estudios de género y análisis de documentos históricos.

La incorporación de la historia y de la filosofía de las ciencias (HFC) a la enseñanza de las ciencias en general produce visiones más próximas a la manera en que se crea el conocimiento científico y a la actividad científica misma, con menos estereotipos y con una postura más crítica y reflexiva, ya que de esta manera se generan nuevas y mejores relaciones entre lo que se desea enseñar y lo que el estudiante va a aprender (García-Martínez & Izquierdo, 2014).

Los trabajos de los historiadores y los filósofos de la ciencia han contribuido a elaborar la noción de que el desarrollo del conocimiento científico se entiende mejor como una serie de cambios en las explicaciones básicas que dan los científicos sobre cómo y por qué funcionan las cosas (Duschl, 1997). Este planteamiento sugiere que se recontextualice el concepto de ciencia a nivel escolar y se incorpore el concepto de ciencia escolar. También existe una necesidad de que los estudiantes adquieran una educación ciudadana en ciencias, desarrollen habilidades cognitivas, conocimiento sobre la ciencia y aprendan sobre la forma en que trabaja la ciencia, es decir, explicitando su naturaleza debido a que hay una influencia intencionada de los contextos sociales culturales, políticos y económicos en el desarrollo del conocimiento científico (Cuellar, 2006).

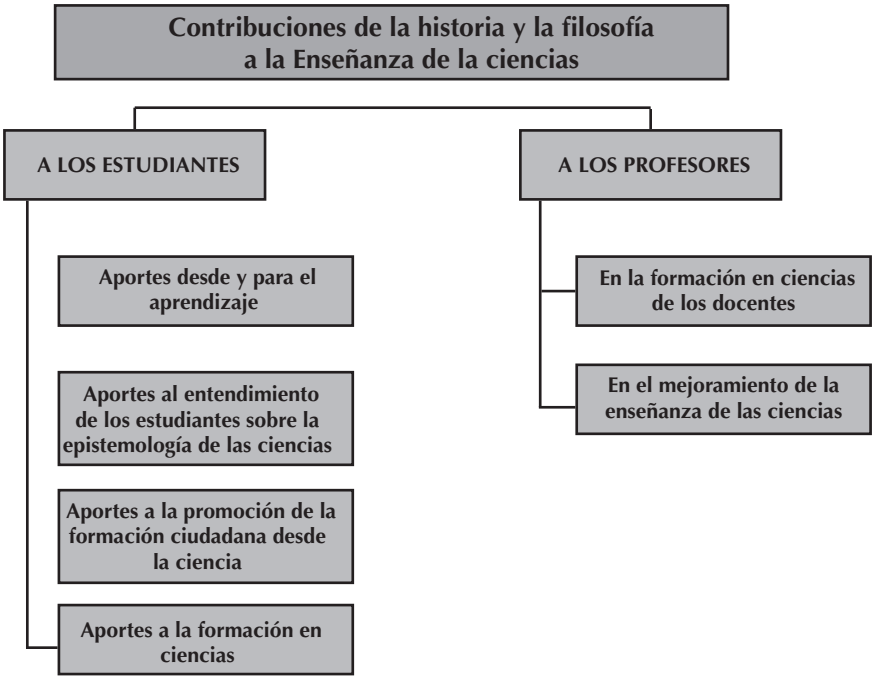
La utilización de la filosofía de la ciencia en el aula, plantea preguntas relacionadas con el conocimiento científico; por ejemplo: ¿Cómo lo sabemos? ¿Por qué estamos convencidos? ¿Qué es una evidencia? ¿Cómo podemos estar

seguros de?; y las aproximaciones de respuestas a estas preguntas permiten una comprensión más profunda de la ciencia y establecen un camino de conocimiento (Höttecke & Silva, 2011).

La HFC y la didáctica de la física

A continuación se presentan diversas contribuciones a la enseñanza y el aprendizaje de la física, desde una perspectiva de la historia y la filosofía de las ciencias. Estos aportes abarcan los procesos de aprendizaje de los estudiantes y favorecen la cualificación docente y el mejoramiento de los procesos de enseñanza que ellos realizan. A partir de una revisión bibliográfica en el campo de la HFC, la didáctica de las ciencias y de la física, se procedió a identificar los argumentos que los autores establecían a favor de la incorporación de aspectos de la historia y la filosofía a la enseñanza y el aprendizaje de la física. Inicialmente se clasificaron en dos categorías: contribuciones a los estudiantes y contribuciones a los docentes. Posteriormente se revisó el listado de estas contribuciones y se analizó si existían aspectos comunes en ellas, que permitieran generar subcategorías. El resultado se muestra en la figura 1.

Figura 1. Las contribuciones de la HFC a la enseñanza de las ciencias



Las contribuciones a los estudiantes. Fue posible concebir una clasificación sobre los aportes de la incorporación de los aspectos históricos y filosóficos en la enseñanza de las ciencias en los estudiantes en: aportes desde el aprendizaje, aportes a la concepciones de los estudiantes sobre la epistemología de la ciencia, promoción de la formación ciudadana desde la ciencia y finalmente aportes a la formación en ciencias; esta clasificación fue resultado del análisis de la bibliografía consultada sobre el tema. Constituyéndose en un aporte que favorece la comprensión de porqué incluir la historia y la filosofía de las ciencias en la enseñanza de las ciencias y particularmente de la física.

Aportes desde y para el aprendizaje. De acuerdo con las ideas de Matthews (1994) en términos generales la incorporación de aspectos históricos en la enseñanza de las ciencias, hace más atractivo el aprendizaje a los estudiantes porque primero, humaniza las ciencias, ya que él puede conectar aspectos personales, éticos y culturales del contexto científico con el conocimiento estudiado; segundo, promueve una comprensión más profunda y adecuada de los contenidos científicos; y por último, estimula el pensamiento crítico y las habilidades de razonamiento.

Como segundo aporte, la incorporación de la HFC a la enseñanza de la misma conlleva cambios sobre la concepción de la ciencia; frecuentemente los estudiantes tienen creencias y conceptos profundamente arraigados sobre una ciencia absoluta, que establece las leyes del universo, desligada del contexto social, económico y político en donde los hombres de ciencia produjeron ese conocimiento. El estudio de episodios históricos permite mostrar que la ciencia no es una cosa aislada de todas las demás, sino es parte de un desenvolvimiento histórico, de una cultura, de un mundo humano, sufriendo influencias e influenciando a su vez aspectos de la sociedad (Martins, 2006).

Como tercer aporte orientado a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, Matthews (1994b) asevera que el introducir elementos de la HFC mejora la enseñanza de la ciencia al tornar las aulas más desafiantes y estimula el desarrollo de habilidades de raciocinio y pensamiento crítico, proporcionando a los estudiantes una experiencia de aprendizaje significativo de las ciencias y promoviendo una comprensión más profunda y adecuada de los propios contenidos científicos al aprender que las teorías, los modelos y conceptos han cambiado históricamente.

Izquierdo & Sanmartí (1990), afirman estos planteamientos al decir que la historia de la ciencia, junto a la reflexión epistemológica permite seguir la evolución del pensamiento científico, superando la transmisión del conocimiento y fomentando un espíritu crítico en los estudiantes.

Para cerrar, se resalta que la utilización de la HFC en la enseñanza contribuye a mejorar el aprendizaje de la física generando cambios conceptuales, procedi-

mentales y actitudinales en los estudiantes, a nivel de conceptos científicos ya que ayudan a un mejor entendimiento de ellos.

Aportes en el entendimiento de los estudiantes sobre la naturaleza epistemológica de la ciencia

El segundo aporte al introducir la HFC en el aula de física, ocurre en el nivel epistemológico, puesto que le permite a los estudiantes establecer criterios para distinguir entre lo que puede ser ciencia o no en un contexto socio-cultural determinado; además, contribuye a configurar la ciencia (física) como una creación humana producto de la cultura y por lo tanto cambiante, relativizando su papel y significado. De esta manera, primero los estudiantes realizan procesos reflexivos sobre la ciencia, su carácter y naturaleza, es decir, la historia de la ciencia soporta el aprendizaje acerca de la naturaleza de la ciencia (NdC en adelante), según Acevedo et al. (2005) debido a que la NdC es un metaconocimiento sobre la ciencia, que proviene de los análisis interdisciplinares hechos por expertos en campos como la historia, filosofía y sociología de la ciencia, y donde también participan científicos.

La NdC se puede entender como un conjunto de contenidos metacientíficos funcionalmente transpuestos y seleccionados por su valor para la enseñanza de las ciencias naturales. La NdC tiene tres ejes que le dan soporte: el epistemológico intenta responder qué es la ciencia y cómo se construye, el histórico cómo cambia a través del tiempo y el sociológico analiza las relaciones entre la triada ciencia, sociedad y cultura (Adúriz-Bravo, 2005).

Además, la HFC favorece que los estudiantes perciban la física como un patrimonio cultural de los seres humanos; como un sistema de conocimiento construido a través del tiempo por diferentes científicos. Contribuye a que los estudiantes valoren la física escolar, porque el conocimiento, métodos y procedimientos que generan les permiten interpretar y comprender el mundo, posibilitándoles su intervención en él.

Aportes a la promoción de la formación ciudadana desde la ciencia

Un tercer aporte está en el hecho de que al introducir aspectos históricos y filosóficos en la enseñanza de la ciencia, se promueve una formación ciudadana en ciencias, debido a que suscita una ciencia con conciencia. Al respecto Martins (2008) asevera:

> Para actuar responsablemente en situaciones sociales que involucren conocimientos científicos es necesario considerar argumentos de naturaleza histórica, estadística, ética y moral. Una elección debe hacerse sobre el estatus

> de estos campos de conocimiento en relación a la ciencia: en los contextos pertinentes o partes constitutivas del conocimiento científico. Esto depende, por supuesto, de las formas en que la ciencia evoluciona, pero, tal vez principalmente de la forma en que nosotros los humanos pretendemos *evolucionar*. (p. 12)

A nivel comunicativo la incorporación de la HFC potencia el desarrollo de estas habilidades al permitir que el estudiante participe activamente en clase, argumentando a favor o en contra de situaciones o decisiones complejas bien que hayan ocurrido antes o que sean pertinentes al momento en que ocurre el trabajo escolar y, por lo tanto, provee a los estudiantes de argumentos para tomar decisiones como ciudadanos; decir, contribuye a formar ciudadanos del siglo XXI y a una formación científica de la sociedad. La formación científica de la sociedad se puede dar a través del letramento científico que es un concepto más amplio que la alfabetización científica y propende por preparar un individuo con elementos científicos para desenvolverse en la sociedad.

Quintanilla (2009) afirma que la consolidación ciudadana de los valores democráticos en los diferentes niveles del sistema educativo va ligada irreducibilemente con la producción, transferencia, impacto, divulgación y enseñanza del conocimiento científico con todas sus debilidades y fortalezas y que la enseñanza de este conocimiento responde a la concepción que se tiene de ciencia, él considera que la enseñanza de la ciencia y la divulgación científica deben tener como referente la HFC.

Aportes a la formación en ciencias

Para finalizar, la utilización de la HFC en la enseñanza de las ciencias, aporta en la formación de los estudiantes en ciencias al disminuir la brecha entre el conocimiento científico y el analfabetismo científico, si los estudiantes logran una mayor comprensión de los conceptos y pueden utilizarlos para resolver problemas no solo de carácter teórico sino práctico y/o experimental. Los estudiantes van a aprender no solo contenidos sino que migrarán hacia un contenido contextualizado, histórico y socialmente relevante. La HFC incide en el desarrollo de las clases de ciencias generando una mayor comprensión de la ciencias (como práctica social y cultural) por parte de los estudiante y por lo tanto, que exista coherencia entre lo que se enseña y aprende.

La incorporación de la HFC mejora la actitud de los estudiantes hacia la ciencia. Al realizar actividades que involucran aspectos de ellas hay un impacto positivo en las acciones de los estudiantes y sus intereses hacia la ciencia, por lo que luego ellos tornan las aulas de ciencias más desafiantes. Para Driver et al. (1996, citado por Niño, 2006: 5) “cuando las teorías científicas son enseñadas sin estar conectadas a sus orígenes, surge una actitud escéptica, cuestionadora,

que puede ser desalentadora en los estudiantes, lo que lleva a un estilo de aprendizaje pasivo, que es ineficiente".

Las contribuciones al Docente

A partir de la revisión bibliográfica fue posible establecer que la incorporación del componente histórico en la formación de los docentes de ciencias contribuye en dos aspectos: uno relacionado con la formación misma de los docentes y otro con el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias.

A la formación en ciencias de los docentes. En América Latina, estudios recientes en el campo de la didáctica de las ciencias permiten validar la importancia de incorporar aspectos de la HFC en la formación rigurosa de los profesores de ciencias; así, Adúriz-Bravo (2011), señala que el componente histórico-epistemológico en la formación de los profesores de física, les permite reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia y su funcionalidad, así como apoyar la tarea de enseñar ciencias en el aula.

Los profesores de ciencias en todos los niveles educativos, incluidos los profesores universitarios deben ser educados en ciencias y no solamente formados en ciencias, porque ello implica un proceso metacognitivo sobre la ciencia misma. En Colombia, García-Martínez (2009) ha realizado varias investigaciones sobre los aportes de la ciencia a la formación permanente del profesorado en el país; él plantea que la historia de la ciencia se convierte en un medio para cultivar a los profesores (en formación inicial o que están ejerciendo), ya que no solo están estudiando su disciplina sino que están cuestionando la manera como se genera el conocimiento y cómo se transmite de una generación a otra. El hecho de que un profesor de ciencias conozca aspectos históricos de su disciplina le permite cambiar su visión tradicional de la ciencia, reduccionista y absoluta a una imagen de la ciencia en construcción, flexible, cambiante, a comprender que la ciencia es una construcción humana, a validar que la enseñanza de la ciencias es un problema de investigación que merece ser estudiado y que la enseñanza y el aprendizaje ocurre de formas diferentes porque está presente el contexto sociocultural de las personas que participan en el proceso.

En Brasil, Niño (2005) retomando las ideas de Matthews (1992,1994) establece que la incorporación de la HFC contribuye al desarrollo profesional de los profesores ayudándolos al desenvolvimiento de una comprensión más rica y auténtica ciencia; promoviendo en ellos una comprensión más clara de debates contemporáneos en el área de educación sobre el constructivismo y el multiculturalismo.

Por lo tanto, retomando las palabras de Martins (2007) la HFC surge como una necesidad formativa del profesorado, porque puede contribuir a evitar vi-

siones distorsionadas sobre la labor científica; permite una comprensión más precisa de los diversos aspectos relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, y proporciona una intervención más calificada del profesor en el salón de clase. En este caso la HFC al permear el proceso de formación de los profesores de ciencia, ayuda a que los docentes cuestionen su propia actividad de enseñanza clásica caracterizada por ser transmisionista de contenidos. Según Matthews (1994) la HFC "permite a los profesores de ciencia entender mejor su responsabilidad social y profesional como parte de una gran tradición de éxito y orientación intelectual" (p. 213). Como aseveran Camacho & Quintanilla (2008) la formación histórico epistemológica de los profesores de ciencias es un elemento importante, porque sin ser ellos historiadores deben conocer los orígenes de la ciencia que enseñan, seleccionar las temáticas relevantes dentro de la disciplina y articularlas con otros contextos, promover actividades problematizadoras que estimulen a los estudiantes para que construyan conocimientos científicos con las teorías que se proponen desde la Química (se puede extender a todas las ciencias naturales). En este proceso sistemático y gradual se va transformado la concepción tradicional sobre la ciencia que el profesor tenía (visión terminal de la misma como hechos estáticos) hacia la ciencia como proceso, donde las teorías cambian y el conocimiento es dinámico. Según Matthews (1994a) la HFC "permite a los profesores de ciencia entender mejor su responsabilidad social y profesional como parte de una gran tradición de éxito y orientación intelectual". (p. 213)

Uno de los principales aportes de la Historia de la Ciencia a la formación de los profesores es hacer ver la necesidad de una aproximación fenomenológica de las representaciones científicas: los estudiantes necesitan saber con qué y cómo se relacionan dichas representaciones y poderlas así confrontar con situaciones de su vida cotidiana, o mejor aún con situaciones de la vida real en otros momentos de la evolución de la ciencia misma (García-Martínez, 2009).

Al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias

En segundo lugar, al incorporar el componente histórico por parte de los profesores de ciencias en la enseñanza de las mismas, éste contribuye al mejoramiento de la enseñanza de la ciencia a través de lograr una mayor comprensión de la ciencia, su contexto y conceptos en los estudiantes, y por lo tanto de la actividad científica (Matthews, 1994a).

La HFC permite que el docente realice su función de enseñanza desde otros referentes, en este caso los históricos y filosóficos y no solamente desde el contenido de la física. Los profesores pueden realizar innovaciones curriculares que contribuyen a mejorar la enseñanza, ya que disponen de diferentes alternativas para trabajar en el aula: experimentos históricos, réplicas de instrumentos,

análisis de artículos originales para profundizar sobre el conocimiento, o bien para estudiar y analizar las controversias que tuvieron algunos científicos referente a un tema particular, indagar sobre el papel de la mujer en el desarrollo de la física, estudiar los cuadernos de laboratorio de los físicos, considerar otras opciones de resolución de problemas, entre otros.

Para Matthews (1991) los profesores enseñan mejor cuando motivan a sus estudiantes y no llegan con contenidos y respuestas finales sino que plantean preguntas que atrapan y estimulan al alumno a aprender; plantea que una historia de la ciencia bien enseñada puede hacerlo, y a través de ello contribuye a elevar la calidad de la educación científica. Niño (2006) siguiendo a Matthews (1992,1994) asevera que la HFC ayuda a los profesores a apreciar mejor las dificultades de aprendizaje de los alumnos, atendiendo a las dificultades históricas en el desarrollo del conocimiento científico. Por su parte, Izquierdo et al. (2007, citado en Quintanilla, 2009) afirman que es importante que los docentes de química conozcan la historia y la filosofía de las ciencias y se inspiren en ellas para comunicar su desarrollo de la mejor manera posible a sus estudiantes. Cuando se recurre a la HFC en el aula, se potencia el trabajo del profesor pero no como individuo, porque no son agentes individuales de innovación, sino como colectivo profesoral que a través de su experiencia son los llamados a realizar las transformaciones en el aula e implementarlas desde el microcurrículo; sí se involucran en la implementación de la HFC en el aula, se organizan, establecen comunidades de aprendizaje, adaptan las teorías educativas al contexto socio-cultural donde se realice la instrucción, y por lo tanto, sus concepciones migran desde la enseñanza tradicional a la de innovación curricular, como la historia y la filosofía de la ciencia (Höttecke & Silva, 2011).

Añado que el desarrollo de la didáctica de las ciencias a través de las diferentes líneas de investigación en la historia y la filosofía de la ciencia potencia una nueva formación en los docentes de ciencias para que ellos sean capaces de asumir los retos que esta nueva disciplina les impone y contribuir a la transformación activa de la realidad de la práctica de enseñar ciencias (Koliopolos et al., 2011).

Para finalizar

La didáctica de las ciencias en una disciplina con una consolidación reciente y que tiene relaciones de carácter metadiscursivo con la HFC (porque elabora discursos sobre las ciencias); las cuales son fuertes y por lo tanto, la HFC es un campo de investigación al interior de la DdC. Como se mostró en este escrito las contribuciones de la HFC a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es relevante. Puede ayudar a entender a sus estudiantes cómo funciona y cambia la ciencia y sus conceptos, y las intrigas y dificultades que se presentan en la

producción de conocimientos y su incorporación contribuye a la formación de los nuevos docentes de ciencias.

Con base en una fundamentación didáctica que incorpore el uso de la HFC en el aula de clase se permitiría al profesor evolucionar y consolidar sus marcos teóricos y metodológicos que son la base del contenido que enseña, al tiempo que trasforma, evoluciona y consolida sus modelos de enseñanza, de tal forma que la presentación del conocimiento científico sea más comprensivo para los alumnos sobre la base de factores que condicionan y determinan la práctica escolar y que no comienzan ni terminan en la sala de clases (Cuellar, 2010).

Bibliografía

Acevedo, J. A.; Vázquez, Á.; Martín, M.; Oliva, J. M.; Acevedo, P.; Paixão, M. F. & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2* (2), pp. 121-140.

Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económico)

Adúriz-Bravo, A. (2008a). Un modelo de ciencias para el análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias naturales. *Perspectivas Educativas* (1), pp. 13-19.

Adúriz-Bravo, A. (2011). Epistemología para el profesorado de física: Operaciones transpositivas de una "actividad metafísica escolar". *Revista de enseñanza de la física, 24* (1), pp. 1-34.

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 1* (3), pp. 130-140.

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2005). Utilising the '3P-model' to characterise the discipline of didactics of science. *Science&Education, 14* (1), pp. 29-14.

Álvarez, M.; Nuño, T. & Solsonia, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula*. Madrid: Síntesis.

Braga, M.; Guerra, A. & Reis, J. C. (2012). The role of histoticl-philosofica controversies in teching ciences: the debate between Biot nd Ampere. *Science&Education, 21* (6), pp. 921-934.

Carretero, M. & Limón, M. (1993). Aportaciones de la sicología cognitiva y de la instrucción a la enseñanza de la Historia y las Ciencias Sociales. *Infancia y Aprendizaje, 62-63*, pp. 153-167.

Cuellar, L. (2006). La formación de profesores en la enseñanza básica: Aspectos relacionados con las concepciones frente al cambio conceptual en Ciencias. In M. Quintanilla & M. Izquierdo (Eds.), Didactología, formación docente e investigación

educativa. Barcelona: Universidad Católica de Chile. Retrieved from http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/BL002.pdf.

Cuellar, L. (2010). *La historia de la química en la reflexión sobre la práctica profesional docente. Un estudio de caso desde la enseñanza de la ley periodica* (Tesis Doctoral), Pontificia Universidad Católica de Chile Retrieved from http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/DOCTOR/TesisDocLC.pdf

Develaki, M. (2012). Integrating scientific methods and knowledge into the teaching of Newton's theory of gravitation: an instructional sequence for teachers' and students' nature of science education. *Science &Education, 21* (6), pp. 853-879.

Dibattista, M., & Morguese, F. (2013). Introducing history (and philosophy) of science in the classroom: A field research experience in Italy. *Science &Education, 22* (3), pp. 543-576.

Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Narcea, S.A de Ediciones Madrid.

Estany, A. & Izquierdo, M. (2001). Didactología una ciencia de diseño. *Endoxa: series filosóficas, 14*, pp. 13-33.

Forato, T. C. M.; Martins, R. A. & Pietrocola, M. (2012). History and nature of science in high school. building up parameters to guide educational materials and strategies. *Science &Education, 21* (5), pp. 657-682.

Fraser, B., Tobin, K., & McRobbie, C. (Eds.). (2012). *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 1): Springer.

García-Martínez, Á. (2009). Aportes de la historia de la ciencia a la formación permanente del profesorado universitario. Un caso en el área de la fisicoquímica. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra VII Congreso Internacional sobre Investigación en didáctica de las ciencias.

Gil-Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias, 12* (2), pp. 154-164.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., & Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como nuevo campo de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía, XI* (25), pp. 15-65.

Gonzáles, W. (2007). Análisis de las Ciencias de Diseño. In W. Gonzáles (Ed.), *Racionalidad limitada, predicción y prescripción*. La Coruña: Netbiblo, S.L.

Guerra, A.; Braga, M. & Reis, J. C. (2013). History, philosophy, and science in a social perspective: a pedagogical project. *Science &Education, 22* (6), pp. 1485-1503.

Hernández, C. A. & López, J. (2002). *Disciplinas*. Bogotá: ICFES.

Höttecke, D. (2000). How and what can we learn from replicating historical experiments? *Science &Education, 9* (4), pp. 343-362.

Höttecke, D. & Silva, C. C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science&Education, 20* (3-4), pp. 293-316.

Izquierdo, M. (1996). Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Revista Alambique,* (8).

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos Epistemológicos. In F. J. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 35-64). Madrid: Marfil.

Izquierdo, M., M.Espinet, Bonit, J. & Pujol, M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la escuela* (53), pp. 21-29.

Izquierdo, M. & Sanmartí, N. (1990). Contribució de la història de les ciències a la formació del professorat i a la recerca en didáctica de les ciències. In R. Codina & R. LLobera (Eds.), *Història, ciència i enseyament*. Barcelona: Sociedad Española de la historia de las ciencias y de las técnicas.

Koliopoulus, D.; Adúriz-Bravo, A. & Ravanis, K. (2011). El «análisis del contenido conceptual» de los currículos y programas de ciencias: una posible herramienta de mediación entre la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 29* (3), pp. 315-324.

Lopes, R. (2013). Could HPS improve problem-solving? *Science &Education, 22*(5), 1043-1068.

Martins, R. A. (2006). Introducao: A historia das ciencias e seus na educacao. In C. C. Silva (Ed.), *Estudos de historia e filosofía das ciencias*. Sao Paulo: Editora Livaria da Física.

Matthews, M. (1991). Un lugar para la historia y filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación, 11-12*, pp. 141-155.

Matthews, M. (1994a). *The role of history and philosophy of science*. London: Routledge.

Matthews, M. (1994b). Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias, 12* (2), pp. 255-277.

Maurines, L., & Beaufils, D. (2013). Teaching the nature of science in physics courses: the contribution of classroom historical inquiries. *Science &Education, 22* (6), pp. 1443-1465.

Niño, C. (2006). Notas sobre o ensino de historia e filosofía da ciencia na educacao Científica de nivel superior. In C. C. Silva (Ed.), *Estudos de historia e filosofía das ciencias* (pp. 3-17). Sao Paulo: Editora Livaria da Física.

Porlán, R. (1998). Pasado, Presente y Futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 16* (1), pp. 175-185.

SanMartí, N. (2008). Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de lña identidad del

área: la experiencia de la revista enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 26* (3), pp. 301-309.

Tamayo, O. E. (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Manizales: Universidad de Manizales.

Velásquez, H. (2006). Los campos formativo, epistemológico e investigativo: elementos que aportan a una ciencia energente como la didactología. In M. Quintanilla & M. Izquierdo (Eds.), Didactología, formación docente e investigación educativa (pp. 56-66). Barcelona: Pontificia Universidad Católica de Chile. Retrieved from http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/BL002.pdf.

IMPLICACIONES DIDÁCTICAS DE LA INCLUSIÓN DE LA HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: UNA INTERPRETACIÓN HISTÓRICA DEL ELECTROMAGNETISMO

Jair Zapata Peña
Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación
DIE - UD

Introducción

La inclusión de la historia y filosofía de las ciencias (HFC) en la enseñanza de las ciencias, ha girado alrededor de dos problemas: El primero, referido a la justificación de la pertinencia de la HFC en la enseñanza de las ciencias, bajo el argumento que dicha inclusión favorece los aprendizajes desde la perspectiva conceptual (Conant, 1957 y Holton, 1978) y valorativa de las ciencias (Matthews, 1991; 1994; Gil, 1993; Izquierdo, 1994; Duschl, 1997; Solbes & Traver, 1996; 2001; Hottecke, et al., 2010); y el segundo, problema referido a la construcción de modelos didácticos de los procesos de enseñanza de la ciencia desde la orientación de la HFC (Mellado y Carracedo, 1993).

En esta mirada es importante tener en cuenta que la inclusión de la HFC en la enseñanza de las ciencias, ha implicado evidenciar dos aspectos necesarios, por un lado, los problemas que envuelve el hacer la enseñanza de la ciencia en ausencia de la HFC y por otro lado, hacer visibles los beneficios que tiene incluirla.

En relación a los problemas, se ha identificado que en general en la enseñanza habitual de las ciencias están ausentes aspectos históricos, lo que transmite a los estudiantes una imagen deformada de la actividad científica. La mayoría de los alumnos creen que la ciencia consiste en descubrir una realidad preexistente e ignoran el papel fundamental del trabajo científico, el cual busca la construcción de modelos teóricos explicativos para interpretar los comportamientos de la naturaleza, a partir de la resolución de problemas, la investigación de hipótesis y la edificación de conceptos. Así mismo, se hace evidente que los aspectos históricos están ausentes en la mayoría de los libros de texto y los pocos que los incluyen lo hacen de forma superficial (Gagliardi & Giordan, 1986; Sánchez, 1988; Gil, 1993; Izquierdo, 1994). De igual manera cuando se trabaja la inclusión de la HFC en la enseñanza de las ciencias generalmente se

suele caer en errores como incurrir en visiones anacrónicas del pasado (García, 2011), lo que puede generar juicios a priori o interpretaciones erróneas de la historia, al mirar el pasado con los ojos del presente.

En referencia a los beneficios que conlleva la inclusión de la HFC en la enseñanza de las ciencias, es importante destacar algunos aspectos relevantes sobre cómo esta inclusión contribuye al aprendizaje conceptual y de valoración de la ciencia como una construcción de conocimientos. Estos aspectos pueden ser enmarcados en dos escenarios, los asociados con la enseñanza y los componentes curriculares y los relacionados con el aprendizaje en la formación del estudiante.

Sobre los aspectos curriculares y de enseñanza es posible identificar como la contribución de la HFC permite favorecer las reconstrucciones curriculares a la luz de los obstáculos epistemológicos, mejorar la significatividad que los estudiantes le dan a los problemas que se le plantean cuando estos son ambientados desde el contexto histórico y proporcionar una mejor información sobre las dificultades de los estudiantes relacionadas con las dificultades de la historia misma.

Por otro lado la inclusión de HFC puede contribuir en el aprendizaje al favorecimiento en los estudiantes de una imagen crítica de la ciencia, visibilizada como una construcción de conocimientos que no están acabados y que permanecen en constante refinación, además entender que esta construcción ha estado marcada por el aporte de muchos pequeños y grandes científicos que la han consolidado a través de la historia y que no puede ser vista como una creación individual de algunos pocos genios. La ampliación de este panorama sobre la visión de ciencia, posibilita también extender el horizonte hacia las interacciones CTS a través de la historia, con las implicaciones ideológicas, religiosas, sociales y tecnológicas desde las que se han construido. Todos estos aspectos logran nutrir los conocimientos de los estudiantes para identificar y caracterizar los acontecimientos sobre las crisis de la ciencia y los cambios de paradigmas, aportando a un adecuado cambio en las concepciones alternativas de los estudiantes (Solbes & Travel, 1996).

Se plantea además que es posible aumentar el interés de los estudiantes hacia el estudio de la física y la química, a través de un tratamiento mínimamente detenido de algunos aspectos históricos introducidos en el proceso de adquisición de los diferentes conceptos y teorías científicas, en relación a que esta contextualización histórica permite mostrar una imagen de la ciencia más acertada y próxima a la realidad del trabajo de los científicos y al contexto en que éste se ha desarrollado a lo largo de la historia (Solbes & Traver, 2001).

Una de las propuestas relevantes sobre la inclusión de modelos didácticos para la enseñanza de la ciencia orientados por la HFC, se encuentra en el trabajo de Izquierdo, Audúriz-Bravo y Quintanilla (2007), enfocado a la formación de profesores, allí se plantea la necesidad de actualizar el conocimiento profesional del profesorado de ciencias en formación y en ejercicio a través de una inmersión en la historicidad de la disciplina a enseñar, en tanto que se reconoce que profesores y científicos desconocen y se muestran apáticos a realizar análisis críticos y reflexivos de los sucesos históricos, dando prelación a la formación técnica y algorítmica; a esto se suma la ausencia de la HFC en los contenidos educativos de todos los niveles, inclusive es notoria la persistencia de concepciones dogmáticas e instrumentalistas de la ciencia en centros de docencia e investigación, lo que se refleja en la carencia de investigaciones y publicaciones suficientes en relación a la HFC y la educación científica.

Este capítulo se desarrolla en tres apartados, en la primera parte se abordan las implicaciones didácticas de la inclusión de HFC, discutiendo la importancia que tiene incluirla en los cursos de ciencias y en particular dentro de la formación de profesores. Se presenta un acercamiento, a la luz de los autores más representativos, de las posturas que discuten y defienden los factores más relevantes que tiene la inclusión de la HFC para favorecer la enseñanza de las ciencias. La discusión de estos factores servirá como elemento de apoyo para la segunda parte del capítulo, que pretende un ejercicio de identificación de estos aspectos en un recorrido histórico de un tema particular de la física, el electromagnetismo.

La segunda parte presenta la discusión de una aproximación al recorrido histórico del electromagnetismo, resaltando durante el escrito (en cursiva al final de algunos párrafos) diferentes aspectos didácticos de importancia que favorecerían el desarrollo de un curso de física y que están relacionados con la relevancia y los aportes que pueden ser tenidos en cuenta al incluir la HFC, en la enseñanza de un curso de electromagnetismo. Estos aspectos están relacionados principalmente con: a) El trabajo científico visto no solo desde hallazgos individuales sino de comunidades, b) Las polémicas y divergencias científicas que se presentan durante la construcción del conocimiento, c) El sentido de la no indispensabilidad de un método científico, d) Las interpretaciones teóricas que han tenido que hacer los científicos en fenómenos que requieren de modelos explicativos teóricos más que de la observación, e) La naturaleza dinámica y cambiante del conocimiento científico, cambios de paradigmas, f) Las relaciones de la física con otras disciplinas y g) Los contextos sociales en los que se ha desarrollado la historia de la ciencia y la historia de los científicos que la protagonizaron.

Finalmente se presentan algunas reflexiones que recogen las posiciones que fundamentan la investigación doctoral sobre la que se inscriben las ideas de

este capítulo y que relacionan las implicaciones didácticas de la inclusión de HFC y el ejercicio de recopilación histórica que se discute en el segundo apartado, como una primera propuesta, donde además del recorrido histórico se identifican aspectos o sucesos relevantes para la enseñanza del electromagnetismo desde el entorno didáctico de la contextualización histórica.

Implicaciones didácticas de la inclusión de HFC

El papel de la HFC en la enseñanza de las ciencias, ha tomado paulatinamente más importancia en el ámbito de la didáctica de las ciencias desde mediados del siglo XX y su importancia se refleja cada vez en mayor medida en los diferentes ámbitos académicos de divulgación científica en educación, que la han posicionado como una línea de investigación con numerosos aportes, a partir de resultados que se evidencian en diversas publicaciones especializadas (Gabel, 1994; Fraser & Tobin, 1998; Perales & Cañal, 2000; entre otros) y la aparición de una revista especializada como Science & Education, entre otros.

La inclusión del estudio de la HFC en la enseñanza de las ciencias, tiene su origen en la crisis de los procesos de enseñanza dados en dos momentos históricos. El primero, luego de la Segunda Guerra Mundial, durante los años cincuenta y sesenta del siglo XX, cuando se hizo necesario, incrementar los cursos de ciencias especializados con los que se pretendía aumentar los conocimientos de la ciencia y la población de científicos, pero que originó éxitos de formación solo a unas pocas mentes privilegiadas para la ciencia. El segundo, que se dio durante los ochenta, cuando el rápido avance de la ciencia y la tecnología incrementaba la distancia entre la elite científica y el común ciudadano iletrado de esta disciplina (Duschl, 1994), lo que implicó retos para los profesores y los diseños de los currículos, en busca de disminuir la distancia entre el saber de los expertos y el saber de los profesores, estudiantes y ciudadanos del común.

Estos problemas se evidenciaron principalmente en el poco éxito alcanzado por estos cursos, encontrándose que a pesar de los esfuerzos, la intencionalidad de los cursos estaba demasiado enfocada a los estudiantes brillantes, originando como efecto colateral el dejar aún más rezagados a los estudiantes promedio, sin conseguir el objetivo que era lograr promover y potenciar la actitud científica en la mayor cantidad de alumnos posible. La problemática se profundizó, por la manifiesta falta de interés y comprensión de los profesores por la naturaleza de la ciencia (NC), revelado en un estudio de la Association for Science Education en (1963), el cual mostraba desconocimiento de los profesores por la enseñanza de la ciencia contextual, entendida ésta, como el contexto social, histórico, filosófico, ético y tecnológico, que de acuerdo con Matthews (1994), puede entenderse mejor como “una enseñanza sobre la ciencia y en la ciencia”.

En la década de los noventa y enmarcado en estos movimientos de enseñanza sobre la ciencia y en la ciencia, han seguido tomando fuerza las propuestas que plantean que en la enseñanza se hace necesario un conocimiento sobre el desarrollo histórico de las teorías y principios científicos. Para lograr un acercamiento a la ciencia desde una postura más constructivista, que discuta y presente la ciencia como una construcción de conocimientos (Izquierdo, 1994). Con el propósito de fomentar actitudes positivas de los alumnos hacia la ciencia, reconocer la historicidad y la dimensión humana de la ciencia, menguar el dogmatismo con que ésta se presenta, mostrar las interacciones entre ciencia-tecnología-sociedad (CTS), aproximarse más acertadamente a la naturaleza, método y evolución de la ciencia, reconocer mejor las dificultades y concepciones de los alumnos, y orientar la manera en cómo se introducen los contenidos en las clases de ciencias (Fernández, 2000). Pero esta inclusión no fue sencilla ni rápida, para esto se dieron algunas crisis en la educación científica y dentro de las mismas fueron evidentes las carencias en las construcciones históricas y filosóficas que originaron los contenidos científicos descontextualizados, los cuales generaron por algunas décadas (inclusive actualmente) una visión positivista y absolutista de la ciencia (Matthews, 1998b).

El reconocimiento de la importancia de la inclusión de la HFC en la enseñanza de las ciencias, sin embargo, ha sido objeto de discusiones entre posturas dicotómicas que dividen los discursos y fomentan la fragmentación. Por un lado, están los detractores que posicionan la HFC como elementos acomodados que solo reconstruyen o inspeccionan los hechos históricos con argumentos cronológicos, en relación a los momentos históricos en que se presentan avances significativos, esbozando aspectos geográficos y de temporalidad, o también visualizando este abordaje histórico como compendio de meros eventos anecdóticos de los científicos, al inmiscuirse en los posibles percances o curiosidades que intervinieron en el desarrollo de sus trabajos (Matthews, 1998a). Inclusive se ha llegado a plantear que para formar buenos profesionales en carreras relacionadas con la ciencia o la ingeniería, no se ha demostrado que la incursión de la historia de la ciencia, ya sea desde lo general o lo particular, sea necesaria. Y por el contrario, se argumenta que podría incluso llegar a ser perjudicial por imponer restricciones en la búsqueda de explicaciones satisfactorias (Sánchez, 1988).

En otra mirada, están los defensores de la HFC, quienes la consideran como un recurso didáctico facilitador, o mejor como un puente alterno para reducir las distancias subyacentes entre los conceptos científicos y los imaginarios de los estudiantes. Permitiendo así mejorar los acercamientos a la comprensión de la ciencia, identificar posibles obstáculos en la comprensión de los estudiantes y contribuir de manera significativa en la reelaboración de la imagen de ciencia, lejos de esa idea de entidad hegemónica, configurada, clara, individualista

y terminada; ahora dirigida hacia una realidad de la ciencia construida desde los procesos de comunidades como *"actividad humana"* (Izquierdo, 2000: 37). Que se ha legitimado a lo largo de la historia, a través de diversos procesos económicos, sociales, religiosos, políticos y paradigmáticos (Matthews, 1991; 1998a).

Particularmente en la formación del profesorado de ciencias, Harre (citado por Matthews, 1994: 266) plantea la importancia de una formación en HFC, a través de la analogía con un profesor de música o literatura, el cual debe conocer elementos históricos como crítica literaria o musical y su relación con los intereses sociales o la historia de las formas literarias. De igual manera un buen profesor de ciencias debe tener un conocimiento razonablemente elaborado no solo de su disciplina sino de la dimensión cultural e histórica de la misma. Esto permite delimitar la frontera entre "ser educado en ciencias o simplemente ser formado en ciencias".

En esta dirección se encuentran entre otras, algunas propuestas con modelos para introducir la historia de las ciencias en la formación del profesorado (Izquierdo, Auduriz-Bravo & Quintanilla, 2007; García, 2009), a fin de visibilizar una enseñanza de las ciencias soportada en algunas estructuras metodológicas que buscan contextualizar la puesta en escena de un sentido histórico de los procesos de la ciencia, que permita reconfigurar las posturas didácticas de los futuros profesores y reajustar el conocimiento profesional de los docentes en formación, a partir de una actualización del bagaje histórico de la disciplina.

Finalmente, es importante tener en cuenta que todos estos esfuerzos deben abocar al propósito de formar profesores, con un conocimiento disciplinar y pedagógico del contenido (Shulman, 1986), que no solamente se limite a definir verdades aceptadas en la ciencia, sino que además esté en la capacidad de justificar la idoneidad de las proposiciones y teorías científicas, justificar con criterio de argumentación su pertinencia, relevancia y relación con otras posturas dentro de la misma disciplina y fuera de ella (Matthews, 1994; 1998b).

En esta mirada el planteamiento de este capítulo, se ubica desde la posición de los abocados a la necesidad y pertinencia en la incursión de la HFC en la enseñanza de las ciencias, y particularmente en la formación de profesores. En este punto se considera imperante visibilizar cuales fueron esos marcos circunstanciales en los que la HFC se ha visto embebida para emerger como campo de estudio y como estos procesos le han permitido abrirse paso en su diletante trasegar dentro de la también emergente didáctica de las ciencias.

Ahora bien, bajo el convencimiento de que la inclusión de la HFC es necesaria y pertinente en la enseñanza de la ciencias, y en particular de la física, se considera oportuno adelantar dicha inclusión en la comprensión de fenó-

menos electromagnéticos, en tanto, que es uno de los campos de la física que más se le dificulta comprender a los profesores de física en formación inicial (McDermott, 1990; García, 1998; Guisasola, et al., 2003; 2005). De acuerdo a esto, se discute a continuación un recorrido histórico del electromagnetismo, resaltando diferentes aspectos didácticos de importancia que favorecerían el desarrollo de un curso de física y que están relacionados con la importancia de incluir la HFC, en la enseñanza de las ciencias (Zapata & Mosquera, 2012).

Aproximación al recorrido histórico del electromagnetismo: *Sobre los fenómenos eléctricos*

Una de las primeras interpretaciones formales de comportamientos de la naturaleza explicados desde las interacciones eléctricas, se desarrollaron paralelo a los trabajos de Newton sobre gravitación[1], por el físico alemán Otto von Guericke quien propuso explicaciones sobre el comportamiento de los planetas y el sol a través de interacciones eléctricas, explicaciones que no tuvieron acogida ni relevancia alguna. A este científico también se le atribuyen además las primeras explicaciones que describían como el ámbar tenía un comportamiento particular, al ser frotado lograba atraer pequeños objetos como el papel y otros objetos adquirían propiedades eléctricas al estar en contacto con el ámbar. Posteriormente a principios del siglo XVIII cuando Du Fay realizó estudios de los fenómenos eléctricos encontrando que existen dos tipos de carga eléctrica (para la época se llamaban tipos de electricidad), una la producida por el frotamiento de sustancias resinosas como ámbar y lacre y otra la producida por frotar sustancias vítreas como cristal o mica (Furio, Guisasola y Zubimendi, 1998). Estos dos tipos de carga se denominaron resinoso y vítreo, y se estableció también que clases iguales de carga se repelen y las de carga diferente se atraen. Es interesante prestar atención al lenguaje usado para la época en que además de llamar a los cuerpos con carga eléctrica *como que poseían algún tipo de electricidad*, también se le denominaba fluido eléctrico (Einstein y Infeld, 1986). Así se tenía la idea que los cuerpos que contenían iguales cantidades de fluido eléctrico eran neutrales y los cargados eléctricamente tenían un exceso de fluido eléctrico, fuese resinoso o vítreo (Gamow, 1987). *En este momento histórico se evidencia el acercamiento a la construcción de conocimientos de las ciencias desde la mera observación, lo que deja rastros marcados del método científico.*

Para las primeras interacciones en el laboratorio con las cargas eléctricas (aún no llamadas así), se crearon el electroscopio de panes de oro (1705) y la botella de Leyden (1745), que se usaban para detectar y almacenar cargas eléctricas

1. Los trabajos de Newton sobre las interacciones gravitacionales se demoraron en salir a la luz pública, porque él los mantuvo en secreto sin publicar por varios años.

respectivamente. La botella de Leyden consistía en una botella de cristal recubierta por una delgada capa de plata en el interior y exterior, al conectarse a un cuerpo electrizado una de las dos capas de plata y la otra a tierra se lograba acumular electricidad en el interior de la botella, de la que se podían obtener chispas cuando se ponían en contacto la capa exterior con la interior mediante algún alambre conductor. Este modelo de botella dio origen a los condensadores actuales, que son utilizados para acumular carga eléctrica.

Una de las primeras evidencias de la utilización de botellas de Leyden, se encuentra en el libro *Experiments and Observations on Electricity Made Philadelphia in America* publicado en (1753) y que reúne los trabajos de Benjamín Franklin. En este se describe cómo las botellas se cargaban por electricidad recogida de las nubes, a través de cometas que hacían volar en las tormentas y que conducían la electricidad hasta la botella por la cuerda mojada. Luego de la publicación de este libro y gracias a sus aportes a la física, Franklin fue nombrado como miembro de la Real Sociedad de Londres y otras importantes entidades académicas de Europa y Norte América (Gribbin, 2005). *Resulta importante hacer notar este suceso como un ejemplo de las comunicaciones existentes entre comunidades científicas, que da cuenta de cómo para esta época ya se compartían conocimientos entre Norteamérica y Europa*.

Dentro de las interpretaciones teóricas hechas por Franklin, él afirmaba que el fluido eléctrico era producido exclusivamente por la ausencia o exceso de electricidad vítrea, así, si un material tenía deficiencia de carga vítrea se le rotuló como cargado negativamente y el exceso de electricidad vítrea en un cuerpo se llamó como cargado positivamente. Aunque los planteamientos de Franklin no eran del todo correctos sobre la naturaleza del flujo eléctrico, si se mantuvo el nombre de positivo y negativo para la naturaleza y los tipos de carga.

Pero los fenómenos eléctricos no solo tenían lugar en los recintos privados o laboratorios de física, la magia de la electricidad se empezaba a mostrar en otros escenarios como la naturaleza. Tal fue el caso de un pez proveniente de África y Sudamérica, al que posteriormente se le llamó anguila eléctrica, debido a las descargas que producía cuando se tocaba la cabeza del pez y la parte inferior del cuerpo con una mano. El fenómeno empezó a interesar a físicos y biólogos por su comportamiento atípico, del cual hasta el momento solo se conocían efectos similares en las construcciones de fenómenos experimentales que se obtenían artificialmente con la botella de Leyden.

El efecto producido por el pez tomó definitivamente su tinte de eléctrico cuando se demostró que podía utilizarse para cargar la botella de Leyden. Este fenómeno llamó la atención al físico italiano Luigi Galvani que se interesaba por el estudio de la contracción muscular en las patas de las ranas. Galvani experimentaba colocando dos metales diferentes uno al nervio y otro al mus-

culo de la pata de la rana observando que la pata se contraía en cada contacto, cuando conoció del efecto de la descarga eléctrica de la anguila, inmediatamente lo asoció con los efectos obtenidos en su laboratorio (Kistner, 1934). *Este suceso muestra cómo en la historia también se han hecho relaciones erróneas de la física con otras áreas, y que en su momento se han tomado como válidos*.

El italiano Alessandro Volta físico y amigo de Galvani se dio a la tarea de reconstruir el experimento, al probar con diferentes partes de la rana demostró que la corriente eléctrica que causaba la contracción muscular en la pata de la rana no era un fenómeno como el de la anguila, de origen orgánico que producía electricidad, sino que se trataba de un suceso meramente inorgánico de circulación de electricidad a través de un tejido acuoso o cualquier cuerpo húmedo, debido al contacto entre este y dos metales diferentes conectados entre sí. Gracias a la cercanía con Galvani Volta llamó a este fenómeno galvanismo. Posteriormente realizó variaciones a la forma de las conexiones entre los dos metales acumulando mayor cantidad de ellos, generalmente cinc, cobre o hierro, que acondicionó hasta llegar a formas de discos; varió el medio entre ellos para ya no necesariamente separar los metales con tejido biológico, sino que utilizó solución salina, papel absorbente mojado o madera húmeda. Construye entonces lo que él bautizó como una fuerza electromotriz, llamada posteriormente la pila de Volta o pila voltaica (Guisasola, Montero y Fernández, 2005). Reconocida como la primera fuente de corriente eléctrica continua, prototipo base incluso de las pilas actuales. Presentada en 1800 por Volta ante la Royal Society en un manuscrito que describía su descubrimiento, lo que le representó entre otras cosas una condecoración de Napoleón por su gran aporte a la ciencia de la época (Silver, 2005). *Este acontecimiento muestra cómo la historia puede ayudar a identificar relaciones de la física con otras disciplinas y formas de conocimiento, que en determinadas circunstancias se han validado al proporcionar explicaciones a comportamientos propios de la naturaleza*.

En otro ámbito de la era de la electricidad y en el estudio de fenómenos diferentes asociados igualmente a las cargas eléctricas se encuentran trabajos relevantes como el de Henry Cavendish en la década 1760. Cavendish hijo de un lord, vivía en Londres y se caracterizaba por ser un hombre bastante solitario, temeroso de las mujeres y apartado del mundo, inclusive de su servidumbre con la que se comunicaba por notas dejadas en la mesa. Consagrado a realizar experimentos de física y química, en su laboratorio particular, demostró experimentalmente la ley que describía el comportamiento del inverso al cuadrado de la distancia para los comportamientos de la fuerza eléctrica y gravitacional; y aunque la historia ha demostrado que Cavendish fue el primero que realizó trabajos en esta línea, no fueron conocidos durante su vida, porque solo publicó algunos trabajos sin importancia. Cien años después esta verdad salió a la luz cuando en 1879 James Cleark Maxwell dio a conocer en

una publicación dichos resultados, desconocidos hasta ese momento para este científico (Silver, 2005). Entre sus trabajos se encontraron además de las leyes de interacciones eléctricas y magnéticas, atribuidas por la historia a Coulomb, planteamientos en química del nivel de Lavoisier y su reconocida balanza para el estudio de las fuerzas gravitacionales que le sirvió de soporte para calcular experimentalmente el valor de la masa de la Tierra. *Este es un ejemplo de uno de los pocos trabajos aislados de científicos en la historia de la ciencia, que sin una adecuada interpretación podría contribuir en distorsionar la imagen de ciencia de los estudiantes, cuando se generalizan estos comportamientos y se asume que todos los científicos fueron genios solitarios*.

Charles Augustin de Coulomb publicó sus estudios entre 1785 y 1787, que explicaban el comportamiento de las fuerzas eléctricas en función del inverso al cuadrado de la distancia entre las cargas, similares a los de Cavendish que se conocieron casi un siglo después. Para estos desarrollos Coulomb construyó la balanza de torsión con el objetivo de medir fuerzas muy débiles, consistía en una varilla suspendida y equilibrada horizontalmente de un hilo, la varilla tenía dos esferas colocadas en cada extremo. A partir de una posición de equilibrio la varilla tiene la libertad de girar cuando una de sus esferas está cargada y se le acerca otro cuerpo cargado, y debido a la fuerza eléctrica que actúa sobre la esfera la varilla gira hasta que la torsión del hilo equilibre la fuerza ejercida sobre la esfera (Kistner, 1934). Coulomb encontró que el ángulo de rotación era proporcional a la fuerza, estableciendo que la fuerza eléctrica era directamente proporcional al producto de las cargas y como se mencionó anteriormente inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas (Furio, Guisasola & Zubimendi, 1998).

Hasta este momento los fenómenos eléctricos se habían estudiado a profundidad y los acontecimientos descritos anteriormente representan un recorrido que involucraba netamente los estudios en relación a lo eléctrico. Los experimentos y trabajos que comprendieron la parte magnética se desarrollaron generalmente en otros escenarios, con otros científicos reconocidos que fueron protagonistas de su avance. Aunque finalmente el avance histórico de la ciencia llevó a una construcción que unificaba la electricidad y el magnetismo.

Sobre el magnetismo y su carrera hacia el estatuto epistemológico del electromagnetismo

Existe el mito de que el magnetismo fue descubierto por los chinos en 3000 a. C. al encontrar las primeras piedras magnetizadas. Para la cultura occidental el magnetismo tiene sus primeros vestigios en el modelo Vitalista-Animista de Aristóteles (siglo IV a. C.), que mantuvo su vigencia hasta la Edad Media. Para

este modelo el magnetismo y los fenómenos magnéticos conocidos eran producidos por una "oculta cualidad magnética"; esta cualidad que poseían los imanes podía propagarse a través del espacio hasta ponerse en contacto con el hierro cercano, transfiriéndole una especie de poder que le confería movimiento propio y lo llevaba a unirse con el imán (Heilbron, 1979).

Este modelo animista aunque prevaleció por siglos presentaba deficiencias teóricas para explicar algunos sucesos, sus limitantes se debían principalmente a que la forma de ser abordado era netamente cualitativa pero con explicaciones poco rigurosas sobre fenómenos asociados a la interacción magnética. En esta dimensión las falencias de este modelo se caracterizaban principalmente en que no se identificaba ni se daba razón a la repulsión entre imanes, la polarización magnética no era abordada y la interpretación de las fuerzas gravitacional, eléctrica y magnética aún no tenía un modelo sólido de tal manera que no se distinguía su forma de actuar en los fenómenos de la naturaleza conocidos hasta el momento.

Las explicaciones y trabajos relacionados con el magnetismo desde las ideas aristotélicas permanecieron sin aportes sustanciales hasta el siglo XIII, cuando Santo Tomás perteneciente a la línea aristotélica agregó algunas explicaciones al modelo. Para este filósofo católico, fundador de la escuela tomista de teología y filosofía, la acción magnética estaba mediada por el "área de influencia del imán", que hacía referencia a la región espacial cercana al imán donde los efectos magnéticos pueden causar el efecto de atracción al hierro, así que, si el metal se encuentra fuera de esta área de interacción magnética del imán no será atraído. También se reconoce a Santo Tomas por proponer una de las primeras explicaciones para aislar los efectos gravitacionales de los magnéticos, aunque de forma meramente cualitativa su intervención apuntaba a describir la caída de los cuerpos a partir de la no necesidad de un "área de influencia", de tal forma que la ciada de un objeto, pude producirse a cualquier distancia de la tierra y no requiere de una región especifica de cercanía, algo así como una región de influencia de la Tierra, mientras que la atracción entre el hierro y el imán solo es posible si el hierro se encuentra en el "área de influencia del imán" (Almudí, 2002). *Se evidencia un apartado histórico donde predomina la visión empirista, basada en la mera observación*.

También en este siglo XIII se publica el tratado más antiguo de física del cual se tiene evidencia, que es adjudicado a un soldado del ejército de Carlos I de nombre Pedro de Maricourt conocido como Peter Peregrinus. En este trabajo Peregrinus desarrolló algunas construcciones experimentales con piedras de imán, que lo llevaron a configurar los polos de un imán, caracterizando las reglas de interacción entre ellos, según las cuales polos semejante se atraen y polos opuestos se repelen, la publicación de su trabajo fue dada a conocer en

el manuscrito *Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad sygerum de foucaucourt mileton de Magnete* en 1269 (Gribbin, 2005). *Se aprecia aquí la evidencia de comunicaciones científicas entre comunidades nacientes sobre un objeto de estudio común, el magnetismo, además este es un ejemplo que desmitifica una vez más la creencia sobre el hecho que los avances en la ciencia se debieron exclusivamente a genios científicos*.

Epistemológicamente hablando este modelo considerado como una extensión del animista de Aristóteles, aún se caracterizaba por ser sencillamente cualitativo, al adjudicar las propiedades magnéticas a una particularidad inherente de los imanes, sin ahondar en descripciones que involucraran elementos externos a los imanes como agentes asociados al magnetismo. Esto originaba que hasta ese momento se desconociera cualquier modelización cuantitativa sobre el comportamiento del magnetismo o la fuerza magnética. A pesar que aún no se encontraba un marco teórico suficientemente elaborado en relación al magnetismo, los escritos de Peregrini se consideraban como el tratado más completo conocido hasta entonces en la Europa de este siglo, que demarcaba los referentes teóricos del cuerpo de conocimientos de Occidente sobre el magnetismo.

El proceso del cambio de pensamiento aristotélico que se empezó a dar en la Edad Media en distintos ámbitos de la ciencia, tuvo en el magnetismo sus primeros aportes a principios del siglo XVII con los trabajos de Willliam Gilbert, médico personal de la reina Isabel I y su sucesor Jacobo I; a pesar de ser médico las mayores contribuciones de Gilbert a la ciencia fueron en física, con detalladas investigaciones sobre magnetismo, gracias a su privilegiada posición económica que le permitió gastarse una gran fortuna en trabajos científicos que abarcaban estudios en física y química. Sus cuidadosos estudios de las interacciones magnéticas fueron publicados en 1600 en un libro titulado *De Magnete Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure* (Sobre el magnetismo, los cuerpos magnéticos y el gran imán que es la Tierra) más conocido como De Magnete, que es considerada como la primera gran publicación en el campo de la física realizada en Inglaterra (Silver, 2005). En esta publicación y basado en el escrito de Peter Peregrinus, Gilbert llevó a cabo numerosos experimentos con piedras de imán, que consistían en observar el comportamiento de hilos metálicos alrededor de piedras de imán esféricas, encontrando que este fenómeno era similar al observado por las agujas de una brújula alrededor de la tierra, fenómeno que lo llevó, por primera vez, a plantear la teoría que la tierra se comportaba como una gran imán con los polos norte y sur orientados cerca de los polos geográficos. *Nuevamente aparece aquí un episodio donde se ratifica el hecho que algunos avances en la historia de la física no se debieron exclusivamente a físicos, teniendo en cuenta que la profesión de Gilbert era médico*.

Este comportamiento de la Tierra como un gran imán le dio cabida para que Gilbert propusiera adicionalmente al magnetismo y las fuerzas magnéticas como responsables del movimiento de los planetas alrededor del sol. Tales ideas no tuvieron gran acogida y fueron desechadas por completo medio siglo después, cuando Newton explicara estos movimientos a partir de La ley de gravitación universal, teoría que se construyó independiente por completo del magnetismo.

La obra de Gilbert contribuyó a darle un estatus científico más sofisticado al magnetismo, despojándolo de algunas creencias místicas que se le adjudicaban, como propiedades curativas o que las características magnéticas de un imán podrían activarse o desactivarse al frotarlo con algo. *Se identifican aquí nuevamente escenarios en que se relacionaban eventos de la física con otras formas de conocimientos, que en su momento eran válidos y generaban explicaciones satisfactorias para los seres humanos, al explicar comportamientos o conocimientos del sentido común.*

El aporte de este modelo tiene una importante trascendencia en las formas metodológicas del proceder científico, porque deja de lado la dinámica de análisis cualitativo del pensamiento vitalista-animista para pasar a un nuevo enfoque que detalla los criterios de evidencia empírica. Convirtiéndose en el primero en describir minuciosamente sus procedimientos experimentales, a tal punto que Galileo quien se inspirara en el libro De Magnete para desarrollar sus trabajos, calificará a Gilbert como el fundador del método científico experimental (Gribbin, 2005). *Aquí se refleja evidencias de la fuerza que tuvo en su momento el método científico, considerado por un largo tiempo como el generador de la actividad científica.*

Como un factor relevante en los aportes del trabajo de Gilbert relacionados con la configuración conceptual del campo de conocimientos del magnetismo, se distingue la separación de la electricidad del magnetismo, otorgándole a este último un estatus de ciencia. En el surgimiento de este nuevo campo de estudio como ciencia, ya para entonces quedaban sentadas las bases conceptuales de una distinción fenomenológica entre las interacciones eléctricas y magnéticas. Ahora a la Tierra se le adjudicaban propiedades magnéticas intrínsecas similares a los imanes que la ubicaban como un gran imán, y que una de esas propiedades (que posteriormente se conocería como "campo magnético") decrecía con la distancia. Es importante tener en cuenta que este modelo aún no contaba con una caracterización de resultados cuantificable, además de carecer de una adecuada estructura fenomenológica para identificar, relacionar y describir elementos asociados al magnetismo (Almudí, 2002).

En 1820 Hans Christian Oersted que se desempeñaba como profesor en la Universidad de Copenhague conocía el trabajo adelantado por Volta y constru-

yó su propia pila con la que desarrollaba experimentos con sus alumnos. Los experimentos estudiados para esa época no mostraban que existiera algún tipo de relación entre la electricidad estática y los efectos magnéticos de los imanes, razón por la cual se interesó en estudiar qué sucedía con la electricidad que se movía. Luego de una brillante y accidental idea que se le ocurrió en el desarrollo de una clase, observó que al conectar un alambre a cada extremo de la pila de Volta y al colocar una aguja de brújula, que usualmente se orientaba en dirección norte sur, cerca del alambre, la aguja se orientó perpendicular al alambre. Asombrado en la soledad de su descubrimiento, porque los estudiantes no entendían lo sucedido (Gamow, 1987), realizó variaciones al montaje colocando aislantes de cartón entre el alambre y la brújula para verificar que el efecto no fuese producido por algún tipo de corriente de aire debida al calentamiento del cable por la circulación de electricidad; igualmente invirtió el sentido de la corriente y encontró que la brújula cambiaba también el sentido del giro ubicándose anti paralela al primer caso. *Este es un importante momento histórico en el que se hace presente uno de los cambios paradigmáticos de Kuhn, si se considera que por primera vez se relacionaba la electricidad con el magnetismo, hasta entonces separados*.

El 21 de julio de 1820 presentó su trabajo a la revista francesa *Annales de Chimie et de Physique,* que fue publicado a finales de ese año, con una gran acogida por parte de los editores, debido a lo detallado de sus explicaciones y la contundencia en sus resultados que relacionaban la electricidad y el magnetismo. La evidencia experimental demostraba ahora la existencia de "interacciones transversales" entre la corriente eléctrica y la brújula, distinto a la noción de "fuerzas centrales" que se confería hasta entonces para todas las acciones a distancia. Con el trabajo de Oersted en que una corriente podía conseguir el mismo efecto magnético que un imán, surgió lo que él llamó electromagnetismo. *Nuevamente se evidencia aquí la comunicación que ha existido entre comunidades científicas, como eje fundamental del contexto de justificación, donde se validan los resultados de la investigación científica*.

El experimento de Oersted tuvo eco en distintos lugares no solo de Europa sino de Norte América, en ese mismo año William Sturgean soldado profesional de la artillería real inglesa enrolló alambre en una herradura haciendo pasar corriente por el alambre, creando el primer electroimán. Simultáneamente en Estados Unidos Joseph Henry realiza el mismo experimento pero con muchas más espiras logrando levantar una tonelada de hierro (Silver, 2005).

Francia también tuvo su protagonismo con trabajos inspirados en el naciente electromagnetismo, con el físico matemático André Marie Ampère, fundador de la electrodinámica y llamado por Maxwell el "Newton de la electricidad", que amplió el estudio de la acción de una corriente sobre una brújula a la interacción entre las corrientes que circulan por dos alambres. En sus investi-

gaciones encontró que los alambres son atraídos uno al otro si las corrientes circulan paralelas en el mismo sentido o repelidos si las corrientes recorren los alambres paralelos en sentido contrario. Los experimentos de Ampère y sus interpretaciones proponían un modelo fundamentado en la acción a distancia con el cual explicaba la fuerza magnética que aparecía entre los alambres.

Ampère propuso un modelo para describir el comportamiento magnético de los imanes a partir de la existencia de corrientes circulares moleculares que formaban pequeños electroimanes dentro de los cuerpos magnetizados. Según este modelo, los cuerpos que no se magnetizaban se debía a que los electroimanes de sus moléculas estaban orientados al azar de tal forma que el resultado neto era igual a cero, mientras que en los cuerpos magnetizados los electroimanes moleculares están aproximadamente orientados en la misma dirección produciendo el efecto magnético neto de atracción o repulsión diferente de cero. La proximidad de este modelo con lo que sucede realmente a escala molecular, ha sido confirmada por los estudios recientes de la física del estado sólido. El trabajo de Ampère fue publicado en 1826 en un libro titulado *Theorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduit de l'experience* (Teoría de los fenómenos electrodinámicos deducida únicamente de la experiencia) considerada por muchos como la mayor obra de física matemáticas desde los *Principia* de Newton (Holton, 1978). *Este es un ejemplo de la interpretación de los científicos a fenómenos que no eran posibles de observar, y que requirieron de construcciones teóricas puestas a prueba y sometidas a debate en comunicaciones científicas.*

Según Ampère la metodología utilizada en sus investigaciones estaba fundamentada en el método empírico-inductivo que recogía elementos importantes de las reglas inductivas de la filosofía natural propuestas por Newton. Pero la forma en cómo presentaba sus resultados revela que este modelo no era realmente la base metodológica que uso para sacar las conclusiones de sus teorías, de acuerdo con Kragh (1989), Ampère veía el modelo empírico como el ideal, al mismo tiempo que estaba muy bien acreditado debido a la gran reputación alcanzada por los trabajos de Newton. Al parecer Ampère quería hacer creer que seguía rigurosamente este método para asegurar una mayor credibilidad a sus trabajos. Duheim (citado por Kragh, 1989: 203) señala que el modelo de trabajo de Ampère no estaba acorde con las conclusiones inductivas que proponía, además la descripción que presentaba de sus experimentos era poco precisa y falta de detalles, incluso al final de su escrito Ampère reconoce no haber realizado algunos de los experimentos planteados. Según esto, el método usado por Ampère distaba bastante de la manera en como exponía sus resultados. *Se puede apreciar aquí la inherente necesidad de los cuestionamientos al método científico, teniendo en cuenta que no necesariamente fue el método seguido por todos en los avances de la ciencia.*

Sin embargo y pese a los considerables avances que el trabajo de Ampère aportó al electromagnetismo, aún este campo de conocimientos no se encontraba claro y algunos fenómenos aunque abordados por Ampère no tenían la suficiente profundidad para establecer modelos y teorías contundentes sobre su comportamiento. En este horizonte el trabajo de Ampère no era concluyente con su explicación sobre la instantaneidad de propagación de la interacción magnética, además la verificación de los experimentos para el caso de corrientes abiertas manifestaba un difícil problema de contrastación y no se tenía claridad de lo que representaba físicamente la intensidad eléctrica (Almudí, 2002), sin olvidar que la ventana hacia la inducción electromagnética, como se llamaría posteriormente, se encontraba todavía cerrada para la ciencia y el mundo de la física.

La llave de esta ventana, sobre la inducción electromagnética, aún no aparecía y solo fue hasta años después cuando el ingenio creativo de los experimentos de Michel Faraday lograra encontrarla para descifrar su cerradura. Faraday nació en Londres el 22 de septiembre de 1791, hijo de un herrero creció en un hogar muy pobre sin posibilidades de recibir una educación formal escolar y menos universitaria, a los trece años empezó a trabajar como mensajero y posteriormente como operario de encuadernación con George Riebeau, un pequeño librero que tenía un taller cerca de la casa de Faraday. Su interés por la ciencia se vio enriquecido por el acceso con el que contaba a todos los libros que llevaban a encuadernar, interesándose particularmente por los de divulgación científica como la *Enciclopedia Británica* (Gamow, 1987).

Su primera incursión en asuntos científicos, fuera de la librería y gracias al patrocinio de su hermano Robert, se debió al hacerse miembro de la City Philisophical Society una pequeña sociedad de jóvenes autodidactas que se reunían a discutir los descubrimientos científicos recientes. Su pasión por los eventos científicos empezó a mostrar evidencias cuando él mismo empastó y reunió en cuatro volúmenes la recopilación meticulosa de sus primeros experimentos sobre electricidad y las notas de sus debates en la sociedad. Uno de sus clientes impresionado por el notable interés de Faraday en los asuntos científicos le regaló entradas para asistir a las conferencias de química que dictaba Humphry Davy en la Royal Institution (RI) para la primavera de 1812. Al igual que hizo con los debates de la sociedad Faraday transcribió minuciosamente las conferencias encuadernándolas en un libro, que luego de un acercamiento con Davy en su laboratorio, se las envió con una carta en la que le solicitaba ansiosamente le tuviera en cuenta para algún empleo en la RI. Con la fortuna que a principios de 1813 el ayudante del laboratorio de la RI fue despedido, por borracho, Davy ofrece entonces a Faraday el cargo, convirtiéndolo inicialmente en su auxiliar y seis meses después se lo lleva como ayudante científico en un recorrido por Europa durante año y medio. Esta gran experiencia le sirvió a Fa-

raday no solo para conocer científicos de diferentes países y aprender francés e italiano, sino que pasó de ser ayudante a colaborador científico, lo que le sirvió para retornar a su trabajo en la RI, pero ahora como director de mantenimiento y luego del retiro de Davy ocupar su lugar. *Se presenta en este apartado de Faraday un interesante aporte desde la perspectiva social de la ciencia y del contexto en que ésta se desarrolló, que abordado más profundamente podría contribuir a ahondar en el quehacer científico y la influencia que en su trabajo tuvo el entorno y el momento histórico.*

Cuando tenía 30 años de edad en 1821, sin ser reconocido aún en el ámbito científico, empezó sus primeros trabajos en electricidad y escribió un informe histórico sobre el trabajo de Oersted por solicitud de la revista Annals of Philosophy, para este fin tuvo que replicar los experimentos, y a partir de ellos diseñó un experimento para demostrar que un cable por el que circula una corriente tiende a moverse en círculo alrededor de un imán, al igual que un imán se mueve alrededor de un alambre por el que circula una corriente. Fenómeno conocido como "rotaciones electromagnéticas", este descubrimiento sirvió como fundamento para el motor eléctrico. Luego de esta publicación el nombre de Faraday empezó a tomar posición en Europa, a tal punto que en 1824 fue nombrado miembro de la Royal Society (Gribbin, 2005).

Durante el tiempo restante de esa década, los trabajos de Faraday en electricidad no fueron relevantes, aparte de algunas notas sin importancia y su notable ascenso dentro de la RI, que lo llevó a convertirse en director del laboratorio. Solo fue hasta 1831 que retoma sus trabajos relacionados con electricidad y magnetismo. Planteando la ley de inducción magnética, al crear una corriente eléctrica al hacer variar la intensidad del campo magnético en el interior de una espira de alambre (un imán en movimiento entrando y saliendo de la espira, que dio lugar al principio de una bobina de inducción). Propone además, que se encuentra el mismo fenómeno si hace circular la corriente sobre una primera bobina lo cual genera un cambio en la corriente de una segunda bobina, (lo que dio lugar al principio del transformador). Estos impresionantes descubrimientos adjudicados al genio y gran habilidad experimental de Faraday, hicieron evidente que podía producirse una corriente eléctrica debido a un cambio de otra corriente o al cambio en la posición de un imán. *Nuevamente se hace evidente aquí, uno de los cambios de paradigma que trascendieron el desarrollo de la física y que contribuyeron de forma contundente al avance de la ciencia y los desarrollos tecnológicos que han sacudido el mundo, con la generación de magnetismo a partir de electricidad y viceversa.*

De nuevo Joseph Henry, quien ya trabajaba con electroimanes, descubre efectos similares en Estados Unidos, pero al demorarse en publicarlos son atribuidos a la genialidad de Faraday. Posteriormente Faraday propone la idea de campo y fuerzas de interacción a distancia, para él la idea de acción a distancia no era suficiente explicación para describir el comportamiento de los efectos

que el magnetismo, la electricidad y la gravedad ocasionaban en diferentes cuerpos. Faraday imaginaba que esta interacción requería que el espacio intermedio estuviese lleno de "algo", inicialmente propone que debería existir algo similar a tubos de caucho, que se ubican entre dos cargas o entre los polos contrarios de los imanes y tira de ellos para atraerlos; para hacer una analogía propuso que esos tubos deberían ir en la misma dirección en que se ubican los trozos de limadura de hierro alrededor de un imán. Estas primeras aproximaciones de Faraday se consolidarían posteriormente bajo la idea que más que ese "algo" que ejercía fuerza debería existir un agente más complejo, surge entonces la idea de *campo de fuerzas* (Schurmann, 1946; Gamow, 1987). *Se videncia en este suceso histórico, un ejemplo de construcciones teóricas al margen del método científico, que planteaban estructuras conceptuales que generaron cambios paradigmáticos en la física, al construir modelos contrarios a los que se proponían por la observación*.

La trascendencia de la ideas de Faraday, obedecen a su fundamental aporte de explicar las interacciones desde la teoría de campo, remplazando la noción Newtoniana de acción a distancia. Comparable con los cambios paradigmáticos cruciales de la física que trajeron consigo la Mecánica Clásica de Newton, la Relatividad de Einstein y la Mecánica Cuántica de Heisenberg, de Broglie, Schrödinger, Planck, Dirac y otros (Holton, 1978; Eisberg, 1997). Con este nuevo modelo se proponía además de un cambio científico (Kitcher, 2001), un cambio filosófico profundo sobre la manera de concebir los esquemas explicativos. Faraday buscaba comprender los fenómenos eléctrico y magnético en términos de líneas de fuerza, que son producidas por los cuerpos cargados o magnetizados interactuando con el espacio que los rodea, mientras que los teóricos de la época la concebían, en el caso de la electricidad, como fluidos eléctricos que actuaban a la distancia.

Este modelo de campo de Faraday, al igual que las explicaciones de la rotación electromagnética e inducción magnética, no dependían de las teorías existentes y se caracterizaban por ser verificables experimentalmente, lo cual las posicionaba como neutrales respecto a las teorías. Esto sentó como precedente, debido a las evidencias experimentales, que irremediablemente todas las teorías existentes estaban obligadas a tomar en cuenta estos nuevos modelos explicativos (Chalmers, 1988). *Se evidencia aquí un buen ejemplo de las polémicas necesarias en las construcciones teóricas científicas, las cuales debieron abrirse paso entre posturas tradicionales positivistas, que se arraigaban en el método científico, en el que prevalecía la observación sobre la construcción teórica*.

No obstante los modelos explicativos de Faraday presentaban carencias en relación a: la falta de modelización matemática; el desconocimiento de la concepción sobre intensidad de corriente que llevó a Faraday a no tener claridad en la estructura de la electricidad, aunque tampoco se casaba con la idea de

los fluidos eléctricos predominante para la época; además el modelo no aborda explicaciones sobre la fenomenología por la que las fuerzas se propagan (Almudí, 2002).

Faraday soñaba con una teoría que debería unificar la luz, la electricidad y el magnetismo, que tuvo que esperar casi 50 años para que la pudiera ver cumplida, cuando Maxwell lograra trascribir en lenguaje matemático los descubrimientos más importantes del electromagnetismo que habían surgido a principios de este siglo.

James Clerk Maxwell (1831-1879), quien naciera el mismo año que Faraday publicara sus resultados, contaba con una prodigiosa habilidad matemática, contrario a Faraday, debido a que logró contar con una educación formal y graduarse de la Universidad de Cambridge. En 1873 presentó su libro *Electricity and Magnetism* en el que formuló en términos matemáticos los planteamientos físicos de Oersted, Amper y Faraday construyendo los modelos matemáticos que describen la teoría electromagnética.

La unificación electromagnética de Maxwell establece matemáticamente la formalización de las relaciones halladas experimentalmente, para explicar cómo el cambio de los campos magnéticos inducen fuerzas electromotrices y por consiguiente corrientes eléctricas. De manera similar matematiza cómo los campos eléctricos y las corrientes eléctricas variables en el tiempo generan campos magnéticos. Estas relaciones matemáticas se establecieron en las llamadas ecuaciones de Maxwell y relacionan el valor del cambio del campo magnético con la distribución espacial del campo eléctrico y viceversa. A través de estas ecuaciones también se logró construir el modelo que describe cómo los campos electromagnéticos oscilantes en el tiempo se pueden propagar en forma de ondas que transportan energía, las mismas que poco tiempo después se lograría, luego de la teoría corpuscular y ondulatoria, asociar con la luz y demás ondas electromagnéticas, constituyéndose en uno de los fenómenos físicos que dieron origen al surgimiento de la Mecánica Cuántica. *Es importante verificar que este apartado histórico, muestra cómo a pesar de la trascendencia e imponencia del trabajo de Maxwell, éste no puede ser visto como el trabajo de un solo genio, porque se debe tener en cuenta que el mismo se basó en la organización matemática de las contribuciones realizadas por los grandes aportes de Oersted, Amper, Faraday y otros.*

Reflexiones Finales

Cuando se enseñan las ciencias desde una perspectiva social, se enseña una ciencia más enriquecedora, por ser más consistente con lo que hacen las personas al desmitificar el rol del científico. Teniendo en cuenta que las consi-

deraciones históricas en detalle muestran no solamente aspectos intrínsecos conceptuales, sino que alimentan lo contextual con las polémicas que genera una nueva teoría, no solamente en ámbitos teóricos o disciplinares sino del entorno político y social que rodeó a los autores de una determinada construcción científica. El hacer evidente el carácter social permite enseñar una ciencia mucho más enriquecedora, más consistente con lo que realmente se hace, menos mítica y menos distante, como plantearía Novak, así la historia ayudaría a enseñar una ciencia conceptualmente transparente.

De acuerdo a lo discutido, diversos autores han dado claros debates sobre la pertinencia o no de la inclusión de la HFC en la enseñanza de las ciencias. Y particularmente en este texto se deja una clara evidencia de la postura que defiende la importancia de considerar la historia de las ciencias para lograr aclaraciones y precisiones conceptuales indispensables en la comprensión de las componentes sociales de la ciencia, como un elemento clave para que el profesor pueda enseñar una ciencia que se aleja de presentar conceptos para que el estudiante los entienda como algo acabado, sino que por el contrario se busca llevarlo a la idea de un proceso más enfocado a una perspectiva que se interesa por entender cómo se produce el conocimiento científico y cómo se desarrolla.

En lo relacionado a las implicaciones didácticas de la inclusión de HFC en la enseñanza de las ciencias, es importante mencionar que algunas cosas clave que un profesor puede reflexionar y argumentar con los estudiantes gira entorno a una discusión crítica sobre la ciencia, cuando ésta es presentada desde una perspectiva apoyada en historia de la ciencia. Sería muy útil que el profesor muestre una ciencia que se desarrolló en términos de polémicas, porque habitualmente los estudiantes piensan la ciencia como una producción de expertos que una vez se produce, ya se asume como una interpretación correcta del mundo, la cual deja de lado la discusión y únicamente hay que repetir y usar lo que el experto ha planteado.

Uno de los aportes del uso de la HFC, es que podría ayudar a superar las perspectivas inductivistas y positivistas de la ciencia. Si se considera que puede contribuir a derribar las concepciones que plantean que el conocimiento está en el mundo, que es el conocimiento verdadero y que lo que han hecho los científicos, a través de la historia, es descubrir esas grandes verdades preestablecidas por la naturaleza, simplemente a partir de observarla cuidadosamente. Para luego de manera inductiva generalizar estas observaciones hasta que llegan a construir teorías, que luego se comprueban cuando se deducen aplicaciones desde dichas teorías, para mostrar que lo que se hizo por la deducción a partir de teorías coincide con lo que se observó a partir de la inducción, y de esta manera ratificar el método científico.

Se evidencia cómo una ambición inminente en la didáctica de las ciencias, es cambiar la imagen sociológica habitual que se tiene del conocimiento científico. Cuando se entiende como el producto del trabajo independiente de una elite de personas que en algún lugar del mundo plantean una producción científica y ésta es asumida sin objeción por el resto del mundo. En esta dirección, habría que mostrar que desde la antigüedad las personas interesadas por comprender el mundo, por estudiarlo, por pensarlo han conversado entre sí, generando algún tipo de comunicación (ágoras, foros, escritos, comunidades, congresos, etc.), para estar en contacto y plantear sus desarrollos en comunidades abiertas y algunas cerradas. Así, siempre la ciencia ha sido el producto de trabajos colectivos donde la polémica es parte importante, a partir de los apoyos y complementos de unos y otros. De tal manera que esto se ha visto reflejado en las necesidades de las comunidades por poseer espacios de divulgación para tener sus propias publicaciones, lo que derivó en la aparición de revistas especializadas y eventos académicos, para socializar y defender sus tesis o para atacar posturas contrarias.

Finalmente resulta ineludible denotar la naturaleza dinámica y cambiante del conocimiento científico de la ciencia a través de la historia. Que de acuerdo con autores como Kuhn (1970), a lo largo de la historia, las ideas científicas dominan el conocimiento hasta ser sustituidas por otras, de esta manera la estructura del avance en los desarrollos científicos, se ha dado en términos de paradigmas. Así un paradigma se mantiene hasta el surgimiento de uno nuevo que remplace el anterior. Por esta razón el progreso científico no es acumulativo, de menor a mayor conocimiento o como se proponía en la mirada positivista, de lo teológico a lo metafísico a lo positivo. El verdadero progreso científico se da cuando se producen saltos en las concepciones y se presenta un revolución científica, es decir un cambio en la mirada de cómo se concibe un determinado conocimiento, un cambio de paradigma.

Este capítulo se enfocó en el caso del recorrido histórico del electromagnetismo, con el ánimo de mostrar la interpretación de algunos aspectos didácticos relevantes sobre el camino seguido a lo largo de la historia, en la construcción de conocimientos de este ámbito de la física, a través de una trama de sucesos teóricos y experimentales que no fueron producidos solamente por observar el mundo, sino que se dieron por la generación de polémicas construcciones teóricas, que demostrarían que el famoso método donde se plantea que el conocimiento surge a partir de lo que se observa quedaría reducido a poco. Teniendo en cuenta que era muy difícil tratar de explicar algo a partir de la observación, en situaciones o fenómenos que no permitían abiertamente la interacción con el fenómeno y que fueron producto de construcciones conceptuales a partir de modelos físicos elaborados para dar explicación a comportamientos de la naturaleza, como por ejemplo, la interpretación de los electrones como uni-

dades de carga o el modelo de las líneas de fuerza y los campos para explicar las interacciones eléctricas y magnéticas producidas entre cargas eléctricas, fuentes de campo y corrientes eléctricas.

Como una de las pretensiones de esta apuesta didáctica en la que se fundamenta este texto, se busca la utilización de la historia como una herramienta para generar reflexiones alrededor de la construcción del conocimiento, que ayuden a cambiar esa imagen positivista del conocimiento científico de la física.

Bibliografía

Almudí, J. M. (2002). "Campos magnéticos producidos por cargas móviles: dificultades de aprendizaje y propuesta constructivista de enseñanza en primer curso universitario de física general". Tesis doctoral. Departamento de Física Aplicada. Universidad del País Vasco.

Association For Science Education (1963). The Training of Graduate Science Teachers. ASE. Hatfield, Herts.

Chalmers, A. F. (1988). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Argentina: Siglo XXI Editores.

Cohen, L. & Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

Conant, J. B. (1957). *Harvard Case Histories in Experimental Science*. Harvard University Press Cambrige.

Duschl, R. (1994). Research on the history and philosophy or science. En: D. L. Gabel. (ed) *Handbook of Research on Science Teaching*, pp. 443-465. New York: Macmillan.

Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Ed. Narcea.

Einstein, A & Infeld, L. (1986). *La evolución de la física*. Barcelona: Salvat.

Eisberg, R. & Resnick, R. (1997). *Física Cuántica*. México: Ed. Limusa.

Fernández, G. M. (2000). Fundamentos Históricos. En: Perales, P. F. J. & Cañal de León, P. *Didáctica de las ciencias experimentales*, pp. 65-83. Alcoy: Marfil.

Fraser, B. & Tobin, K. G. (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher.

Furio, C., Guisasola, J. & Zubimendi, J. L. (1998). Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la Interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos Considerados elementales. *Investigações em ensino de ciências*. V (3), pp. 165-188.

Gabel, D. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan Pub.

Gamow, G. (1987). *Biografía de la Física*. Barcelona: Salvat.

Gagliardi, R. & Giordan, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias, 4* (3), pp. 253-259.

García, A. E. G. (1998). El papel de la historia en la organización del fenómeno eléctrico. En: *El papel de la historia en la organización del fenómeno eléctrico desde una perspectiva de campos*. Brasil: Universidad Federal Do Rio Do Janeiro.

García, M. A. (2009) Aportes de la historia de las ciencias al desarrollo profesional de profesores de química. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

García, A. E. G. (2011). Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje. Aporte Histórico y filosófico en la física de campos. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Gil, D. (1993). Contribución de la Historia y la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, *11* (2), pp.197-212.

Gribbin, J. (2005). *Historia de la Ciencia 1543-2000*. Barcelona: Crítica.

Guisasola, J., Almudi, J.M. & Ceberio, M. (2003). Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección, *Enseñanza de las Ciencias*, *21* (2), pp. 281-293.

Guisasola, J., Montero, A & Fernández, M. (2005). Concepciones de futuros profesores de ciencias Sobre un concepto «olvidado» en la enseñanza De la electricidad: la fuerza electromotriz. *Enseñanza de las Ciencias*, *23* (1), pp. 47-60

Heilbron, J. L., (1979). *Electricity in the 17th and 18th centuries. A study of early modern Physics*. University of California Press, California.

Holton, G. (1978): *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Reverté, Barcelona.

Hottecke, D., Henke, A. & Riess, F. (2010). Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. *Sci & Educ*. DOI 10.1007/s11191-010-9330-3.

Izquierdo, M. (1994). Como contribuye la historia de las ciencias en las actitudes del alumnado hacia la enseñanza de las ciencias. *Aula de Innovation Educativa*, *27,* pp. 37-41.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos Epistemológicos. En Perales, P. F. J. & Cañal de León, P. *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil, pp. 35-64.

Izquierdo, M. Auduriz–Bravo y Quintanilla M. (2007) Discusión en torno a un modelo para introducir la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias. En *Investigar en la enseñanza de la química, nuevos horizontes; contextualizar y modelizar*. Barcelona: Editorial UAB.

Kragh, H. (1989). *Introducción a la historia de la ciencia*. Barcelona: Editorial Crítica.

Kistner, A. (1934). *Historia de la Física*. Barcelona-Buenos Aires: Editorial Labor.

Kitcher, P. (2001). *El avance de la ciencia*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Kuhn, T. S. (1970). *La estructura de las revoluciones científicas*. 2ª ed. Chicago: University of Chicago Press.

Martínez, M. (2006). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Trillas.

Matthews, M.R. (1990). History, Philosophy and Science Teaching: A Rapprochement, *Studies in Science Education, 18,* pp. 25-51.

Matthews, M. R. (1991). Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. *Comunicación, Lenguaje y Educación*. 11-12, pp. 141-155.

Matthews, M.R. (1994). Historia, Filosofía Y Enseñanza De Las Ciencias: La Aproximación Actual. *Enseñanza de las Ciencias*, *12* (2), pp. 255-277.

Matthews, M.R. (1998a) *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. Rutledge. New York.

Matthews, M.R. (1998b). The nature of science and science teaching. En Fraser, B. & Tobin, K. G. *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher, pp. 981-999.

MCdermott, L.C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics-other sciences: the need for special science courses for teachers, *American Journal of Physics, 58* (8), pp.734-742.

Mellado, V. & Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias, 11* (3), pp. 331-339.

Roberts, D. A. & Russell T. (1975). An alternative approach to science education research: Dra-wing from philosophical analysis to examine practice. *Curriculum Theory Network*, *5,* pp. 107-125.

Schurmann, P. F. (1946) *Historia de la física*. 2a. ed. Tomo II. Buenos Aires: Nova.

Silver, B. L. (2005). *El ascenso de la Ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Solbes, J. & Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las Ciencias*, *14* (l), pp. 103-112.

Solbes, J. & Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, *19* (1), pp. 151-162.

Zapata, P. J & Mosquera, S. C. J. (2012). Implicaciones para el cambio didáctico en profesores de física: el papel del contexto histórico y profesional. *Revista EDUCyT*; Vol. Extraordinario. Diciembre, pp.169-185.

EL CONTEXTO CULTURAL EN LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS DE PROFESORES DE CIENCIAS DEL SECTOR RURAL: UNA RUTA METODOLÓGICA PARA SU COMPRENSIÓN

Rubinsten Hernández Barbosa

Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación

DIE - UD

Introducción

Son muchos los aspectos que hay necesidad de considerar a la hora de poner en marcha un diseño metodológico, previamente establecido, y que no necesariamente son considerados en la planeación del mismo[2]. Estos aspectos se identifican, se registran y se establece su importancia en la puesta en marcha y desarrollo de un proyecto investigativo, incluso también en los resultados, al momento de reflexionar y analizar, en un ejercicio retrospectivo y proyectivo, sobre lo que se pretendía hacer, lo que realmente se hizo y lo que en futuras investigaciones es posible hacer e innovar.

Son muchas las bondades de un ejercicio de reflexión, análisis y sistematización de una experiencia investigativa. Abre un espacio que puede generar debate conceptual y metodológico, ver con mayor claridad sus puntos de encuentro y en los que toma distancia; examinar con mayor detalle la coherencia entre las técnicas y los instrumentos usados para recabar la información, y supone también el reconocimiento de lo intersubjetivo y los reales intereses del investigador, del ambiente de la investigación en las diferentes fases, de los espacios de encuentro con el otro, que para este caso ese otro hace referencia a los docentes del sector rural que amablemente aceptaron la invitación a participar, también ese otro es uno mismo como investigador, pues irremediablemente el ejercicio lo invita a repensar, a deshacer los pasos y a vernos desde la otra orilla, como en un espejo que refleja nuestra propia imagen. Todo para interpretar y comprender la experiencia vivida.

Además de lo anterior, que reside en el plano personal, cuando se sistematiza una experiencia investigativa, y es socializada en forma oral o escrita, no solo permite el comunicar la experiencia misma y tener una visión holística e integral de un proyecto, sino también permite a los posibles auditorios, por ejemplo a quienes están en un proceso de formación de maestría o doctorado –es

2. Este texto surge como una necesidad de sistematizar la experiencia concerniente al diseño, estructuración y desarrollo de las actividades llevadas a cabo para recoger, organizar y analizar la información que permitirá el cumplimiento, en parte, de los objetivos propuestos en el proyecto de investigación que actualmente se encuentra en curso y que es orientado por el Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez.

decir a los futuros investigadores–, reconocer y caracterizar campos discursivos y metodológicos desde los cuales se diseñan los proyectos investigativos en las diferentes áreas en educación; también permite la apropiación analítica de los procesos investigativos y de esta manera enriquecer su formación profesional.

Para una mejor compresión de lo descrito en este capítulo y en consecuencia del proyecto, sus fases y actividades, el texto se ha dividido en seis apartados. En el primero, se plantea el problema que dio origen al proyecto de investigación; en el segundo, se describen sucintamente algunos referentes teóricos que han permitido aproximarse a interpretar y comprender, de forma holística e integral, el referente teórico que soporta la investigación; en el tercero, se precisan los objetivos del proyecto; en el cuarto apartado, se explica el enfoque investigativo; en el quinto, se puntualizan aspectos del diseño metodológico, especialmente en lo referente a las técnicas e instrumentos utilizados para recopilar la información; y finalmente en el sexto apartado, se comparten algunas reflexiones sobre lo que representó y representa un ejercicio como el descrito.

Problema de investigación

Delors (1996) anota que para que la educación pueda cumplir el conjunto de tareas que les son propias, ésta debe estructurarse en cuatro pilares: aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos. Si bien estos aspectos se ven como cardinales, su consolidación dentro de un contexto escolar determinado, en el que sus agentes establecen diferentes tipos de relaciones, y particularmente con el conocimiento de las ciencias, es necesario promover acciones que permitan la construcción de un modelo de enseñanza de la misma donde se tenga presente las dimensiones psicológica, epistemológica y didáctica que conlleve a la mejora de las prácticas educativas de los profesores de ciencias, a partir de procesos autorregulatorios de sus acciones como docentes.

Estas consideraciones, contextualizadas en un país como el nuestro, donde los contrastes económicos y de oportunidades invitan a repensar la educación como camino fructífero para disminuir las brechas entre las diferentes comunidades que lo conforman, implica establecer un compromiso social que conduzca al desarrollo de reformas educativas donde los diferentes sectores se responsabilicen a corto, mediano y largo plazo para intervenir en la mejora de las condiciones para una educación digna y de calidad sin distingo de clases sociales o de posibilidades económicas de quienes aprenden. Así las cosas, este proyecto que involucra docentes rurales, con quienes poco se ha investigado en nuestro país, abre una oportunidad para pensar y proyectar una sociedad más justa e incluyente, especialmente considerando la condición pluriétnica y pluricultural del país.

Además, es fundamental comprender que las cosmogonías y las interpretaciones y simbologías sobre el mundo son diferentes en el sector rural y urbano, razón por la cual la preparación de los docentes del área rural debe contemplar esas particularidades, especialmente en lugares en donde los campesinos deben enfrentar desplazamiento, trabajo obligatorio, violencia, pobreza, desatención de los sectores oficiales en la mayoría de las necesidades básicas de la población. Es un sector que tradicionalmente ha estado desatendido en materia educativa, o donde se imponen programas disciplinares y currículos que desconocen esa particularidad propia de la vida rural.

Teniendo como referente lo anotado, se ha considerado entonces plantar que la preparación del docente para el área rural debe empezar por comprender la importancia de la inclusión de esas particularidades propias del habitante del área rural; también que es necesario afianzar los saberes aprendidos desde la posibilidad de reconocimiento de las necesidades propias de esa área. En ese sentido, el reconocimiento del contexto es clave para poder emprender una educación de calidad, sin ello, se imposibilita partir para la búsqueda del afianzamiento de la educación de carácter rural, y nuevamente se cae en los encubrimientos, que son procesos importados para aplicarlos a contextos diferentes, sin comprender bien la realidad a la que se debe ajustar (Méndez, 2003).

Un horizonte como el anteriormente expuesto, resalta la necesidad de buscar alternativas de procesos de cualificación docente continua de uno de los protagonistas del acto educativo, el profesor, y particularmente del sector rural, pues los imaginarios sociales y sus propias prácticas lo sitúan, la mayoría de las veces, como un instructor que desarrolla actividades ateóricas; de otra parte porque su formación continua sigue teniendo como finalidad principal factores externos y no propósitos de desarrollo profesional apoyados en los conocimientos propios de la enseñanza de las ciencias, los cuales son el fruto de procesos investigativos sistemáticos desarrollados en las diferentes líneas reconocidas por la comunidad científica académica, que han emergido, principalmente en los últimos 30 años, en el Campo de la Didáctica de las Ciencias.

El panorama descrito fue el origen de las preguntas que guiarán el desarrollo del proyecto de investigación: ¿Cómo vinculan los profesores de ciencias naturales del sector rural el contexto cultural en sus prácticas educativas? ¿De qué manera el contexto cultural de la escuela incide en las concepciones y en las prácticas educativas? ¿Cómo se evidencian estos referentes en la enseñanza de las ciencias? ¿Cómo las comprensiones sobre la enseñanza de las ciencias en entornos rurales favorecen cambios didácticos en profesores de ciencias? ¿Cuáles son las características curriculares de un programa de formación continuada de profesores de ciencias que tenga en cuenta el contexto cultural de la escuela, la epistemología personal docente y desarrollos recientes de la investigación en

didáctica de las ciencias? Estas preguntas orientarán también la selección de los instrumentos para recopilar la información, su construcción y los aspectos a considerar en los mismos. Serán aplicados a docentes de ciencias naturales del sector rural del departamento de Cundinamarca, particularmente de las siguientes poblaciones: Choachí, Fómeque, La Unión, Guasca, La Peña, La Vega, Pacho, Sibaté, San Cayetano, Topaipí, Ubalá y Útica.

Aspectos generales del marco conceptual del proyecto

La educación ha sido en todas las sociedades transmisora no solamente de conocimientos, sino también es una posibilidad de producir y reproducir hábitos y creencias, que de una u otra manera, buscan perpetuar formas de relación, incluso de poder, que se han establecido culturalmente. Tomando como referencia esta perspectiva, la educación obedece así a circunstancias externas y ajenas a su propia esencia, las cuales deben ser comprendidas y analizadas para vislumbrar el papel que desempeña en atención a los escenarios políticos y económicos de cada época (Pérez, 1997). Las ideologías, en concordancia con la perpetuación de conductas y saberes, así como a las relaciones de poder existentes en las sociedades, posibilitan dichas circunstancias externas, creando una propia episteme que garantiza la supervivencia de las mismas. La educación, como lo reconocen Pérez (1997) y Ávila (2005) opera como *conservadora* de esa ideología.

De acuerdo con lo anterior, para comprender las relaciones entre la cultura y la educación, es necesario reconocer las dos ideas de contexto cultural, descritas por Molina (2010), quien analizando las posturas de Young (1999), Geertz (1983), Middleton y Eduard (1992), anota que hay quienes entienden "el contexto como algo que rodea, el ambiente pertinente de un acontecimiento y la situación entera y como causa de "algo"; una metáfora de lo anterior es la muñeca rusa que simula una eterna contenencia; y el contexto como algo que entrelaza (del latín texere), que significa entrelazar, el todo conectado que da coherencia a sus partes, en este caso Coll (1999) alude a las metáforas del hilo, cuerdas que son discontinuas pero que se conectan" (p. 61).

El reconocimiento del contexto cultural en el proceso educativo es fundamental; es a través de él que los individuos manifiestan sus formas de relación, sus intereses, sus ideas y como lo plantea Velho (1987), citado por Molina (2012), "es el escenario donde se negocian significados", los cuales en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias, pueden ser comprendidos a partir del conjunto de dinámicas, creencias, concepciones y conocimientos sobre el mundo natural (Enciso y Molina, 2009). Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando a la institución escolar como un espacio público que desarrolla su labor en un contexto particular, producto de sus procesos históricos recientes o

antiguos, mediatos o inmediatos, es fundamental comprender dichos procesos para analizar las formas de relación que los sujetos establecen con otros contextos, que pueden ser cercanos o de mayor orden geográfico (Ordoñez, 2003).

En esta misma línea de análisis, el papel de la escuela debe entonces ser reformulado, como lo sugiere Bolívar, A. (2004) pasar de un espacio unificador, igualitario, neutro, universal y extraterritorial, producto de una ideología de la modernidad, y en la que los medios de comunicación tuvieron y tienen una gran injerencia, a entenderse ahora como el espacio donde se reconoce la diversidad cultural, se prioriza el respeto de las identidades; una escuela que valore las diferencias individuales y colectivas, una escuela inclusiva, que no discrimine, que reconozca la diversidad cultural, que forme ciudadanos conocedores de sus derechos y deberes. Una escuela que tenga, entre otros objetivos, enseñar a vivir juntos, lo cual implica tener la capacidad para intercambiar ideas, de razonar, de comunicar y participar en una comunidad, de reconocer su identidad, ya que antes de ser ciudadanos del mundo se hace necesario que los individuos se identifiquen como miembros de un grupo y reconozcan sus raíces y contextos culturales.

Para que lo anterior se posible, Bolívar (2004) anota que es necesario transitar de la multiculturalidad a la interculturalidad. En ese orden de ideas, y retomando las ideas expuestas, se plantea que ya no es el Estado únicamente quien establece los horizontes educativos de las instituciones escolares, sino que son las propias comunidades y los propios centros educativos y sus respectivos agentes quienes tienen esta responsabilidad. En síntesis, es trascendental comprender que la educación en general debe interpretarse en un contexto particular, y que la apropiación y construcción de los diferentes tipos de conocimiento depende de los valores y creencias, intereses y necesidades, entre otros aspectos, de los sujetos (Molina, López & Mojica, 2005).

Las anteriores reflexiones, en el marco de la enseñanza de las ciencias, que tienen en cuenta el contexto y diversidad cultural, según la revisión realizada por Molina, Martínez, Mosquera y Mojica (2009), se pueden caracterizar cuatro posturas:

- Los universalistas: consideran que el cuerpo de conocimiento y actividad de la ciencia tienen un carácter universal, y por ende su enseñanza no debe darse teniendo en cuenta perspectivas multiculturales.

- Los multiculturalistas: critican la postura universalista, pues consideran que es excluyente de otras formas de construcción de conocimiento, y plantean el Traditional, Ecological knowledge (TEK) en la enseñanza de las ciencias.

- Los pluralistas epistemológicos: señalan que el conocimiento científico es solo una forma de conocimiento y que no se debe desconocer otro tipo de conocimientos.

• Los interculturalistas: sostienen que en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia los diferentes tipos de conocimientos, ancestrales y científicos, entre otros, entran en contacto y en interrelación, lo cual implica relaciones de alteridad. Jedege (1995) citado por Molina y otros, considera que en la enseñanza de las ciencias hay que tener en cuenta dos contextos culturales, uno, referido a la cultura de los estudiantes, y el otro, al contexto cultural de la ciencia occidental. En esta relación de contexto George (2001) usa la metáfora del "puente" para señalar la forma como se genera el cruce de un contexto a otro. El mismo autor expone cuatro formas posibles de contacto entre estos saberes y conocimientos, que pueden considerase como clases de "puentes" en la enseñanza de las ciencias. a) El conocimiento tradicional y las tecnologías se explican en términos de ciencia convencionales; b) El conocimiento tradicional pueda ser explicado por la ciencia convencional (ejemplo, el uso de las plantas medicinales); c) Enlace entre la ciencia convencional y el conocimiento tradicional, aunque los principios sus principios sean de naturaleza distinta; y d) Algunos conocimientos tradicionales no se logran explicar en términos de la ciencia convencional.

Para Molina y otros (2011) la metáfora de "puentes", planteada por George (2001), es una de las formas que utilizan los maestros de ciencias naturales para reconocer la existencia de conocimientos y visiones sobre el mundo natural que tienen los estudiantes de grupos culturalmente diversos. En la enseñanza de las ciencias se han reconocido cuatro tipos de puentes: a) el conocimiento científico como punto de partida y de llegada; b) la declaración de los conocimientos del otro, pero sin su reconocimiento; c) aproximaciones entre diferentes conocimientos como una ampliación de la alteridad y; d) el contexto como el puente mismo.

En la enseñanza de las ciencias en nuestro sistema educativo ha predominado la perspectiva universalista, imposibilitado, de alguna manera, el reconocimiento y comprensión de las propias concepciones alternativas sobre contenidos y métodos, incidiendo también en el desarrollo de estrategias pedagógicas y didácticas que contemplen y reconozcan los contextos culturales y las alteridades en las que se desenvuelve el estudiantado colombiano. Al respecto, Molina, Mojica y López (2005), consideran que en la enseñanza de las ciencias esta visión se debe superar y dar espacio a otro tipo de conocimientos, lo cual puede significar el cruce de fronteras culturales.

Estas mismas autoras, para la educación de las ciencias en Colombia, proponen una alternativa a la perspectiva universal, que consiste en considerar lo global-local. Su propuesta se fundamenta en los siguientes aspectos: cambiar la actitud tendiente a asumir un déficit cultural –tercermundista– (Cobern, 1996 b), carácter local de los proyectos educativos (Molina, 2000, en Molina, Mojica & López, 2005), que sean generados por grupos de docentes que tengan

en cuenta la relación entre enseñanza de las ciencias, diversidad lingüística y diversidad cultural de los estudiantes (Molina, 2012), reconozcan las fuentes de conocimiento en la conceptualización y representación del papel de los científicos, la pluriculturalidad en la educación de las ciencias con fundamento filosófico, político y moral, no universal (Mckinley, 2005) y estudiar las nociones y representaciones de los estudiantes, con enfoques históricos, culturales y sociológicos (Gioppo, 1999; Torres, 2004).

En resumen, en la enseñanza de las ciencias naturales es necesario considerar enfoques culturales, para ello es fundamental que los docentes de ciencias reconozcan el contexto y diversidad cultural como factor sustancial al momento de establecer los objetivos, los contenidos y las estrategias de enseñanza, ente otros aspectos (Molina & Uteges, 2011). Las consideraciones expuestas sobre las relaciones entre cultura y escuela, mediante la idea de contexto cultural, conlleva a debates críticos y polarizados que exigen la revisión de varios aspectos: modelos educativos, diseño de currículos y formación de docentes inicial y continua. Es así como una de las dificultades para desarrollar procesos educativos teniendo en cuenta el contexto cultural, se pueden identificar en los programas tradicionales de formación docente que se han organizado más desde las perspectivas en las disciplinas adscritas como auxiliares o fundantes de la pedagogía, que desde lo que necesita el profesor(a) para ser un profesional competente. Esta situación ha incidido, en parte, en una clara asimetría entre las realidades concretas de la misma sociedad respecto a sus perspectivas culturales y sociales, y también de lo que se ofrece desde las políticas públicas.

Pensar en una educación contextualizada culturalmente, exige además comprender al ser humano como sujeto inmerso en condiciones que forman su particularidad, la cual se desarrolla en espacios y tiempos específicos, de influencias y según la cultura en la que se mueve, de su propio *modus vivendi*, es decir, reconocer al sujeto inmerso en un ambiente determinado, es decir que se hace imperante reconocer lo exterior en el hombre en una pluralidad de manifestaciones y formas, lo que Gimeno denomina *nichos ecológicos* (p. 40), deduciendo de ese estudio el afianzamiento de un relativismo manifiesto en el ser mismo, en clara contravía a toda visión unidimensional, potenciando al sujeto como ser activo, con posibilidad de lograr su propia individuación, logrando con ello el reconocimiento de una contextualización particular (Gimeno, 2001). La educación, y con ella el niño-alumno, deben ser vistos como sujetos históricos, en relación con ellos mismos y con los de su propia condición, así como con su familia y amigos, en y fuera de la escuela, inclusive, como sostiene Apple, "el propio currículum y el conocimiento deben ser vistos como construcciones y producto de relaciones sociales muy particulares e históricas. El conocimiento no es un producto *natural,* sino un dispositivo histórico y social" (Botto, 2005: 334).

Comprender estos aspectos, pero especialmente incorporarlos en el ejercicio profesional docente, se convierte en un reto importante para los profesores de ciencias naturales, pues ello implica, entre otras cosas, no solo actualización y cualificación permanentemente, sino comprender y enfrentar lo que significa la pluriculturalidad, interculturalidad, contexto y diversidad cultural. En esta vía, Aznair y Ballester (1999) anotan que la atención a la diversidad significa un giro en la elaboración del currículo y en los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que la atención educativa pasa de estar centrada en los contenidos a estar centrada en los alumnos. Por ello la formación del profesorado debe ir acompañada de una política educativa capaz de comprender las diferencias fundadas en la discusión, así como del consenso de valores, actitudes y objetivos que tiene el profesorado, de una reflexión, revisión y diseño del currículo, dotación de medios materiales y humanos necesarios acordes con las necesidades de cada institución y comunidad, entre otros aspectos.

Objetivos

Para una mejor comprensión de la ruta investigativa establecida en el desarrollo de la investigación, como también del uso particular de algunas técnicas e instrumentos en el desarrollo de este proyecto, a continuación se puntualizan los objetivos.

Objetivo general

- Comprender cómo los profesores de ciencias naturales del sector rural tienen en cuenta o no el contexto cultural en el desarrollo de sus prácticas educativas.

Objetivos específicos

- Describir las concepciones que los profesores de ciencias del sector rural tienen sobre enseñanza, aprendizaje, currículum, evaluación en ciencias y contexto cultural.

- Identificar las relaciones que establecen profesores de ciencias en sectores rurales entre los contenidos curriculares y el contexto cultural de la escuela.

- Desarrollar una propuesta de intervención que permita un cambio en las concepciones, actitudes y prácticas docentes de profesores de ciencias naturales de un centro escolar de sector rural.

- Proponer la estructura curricular de un programa de formación continuada de profesores de ciencias del sector rural colombiano que considere como

factores sustantivos el contexto cultural, la epistemología personal docente y algunos resultados de la investigación contemporánea en didáctica de las ciencias.

Enfoque investigativo

Metodológicamente el proyecto de investigación *El contexto cultural en las prácticas educativas de profesores de ciencias del sector rural: perspectivas para el modelo de formación por cambio didáctico* se abordó desde el enfoque de la investigación cualitativa, ya que "favorece las formas de relación entre sujetos y objeto de estudio, privilegiando la complejidad del comportamiento humano en los contextos de interacción cotidiana, con la intencionalidad de comprenderlo y estudiarlo en su riqueza y amplitud" (Morales & Bojacá, 2002: 120). Este tipo de investigación se caracteriza por ser inductiva, parte de los datos para construir teorías y no se vale de ellos para confirmar hipótesis; estudia a los sujetos en sus escenarios desde una perspectiva holística, considerando el contexto sociocultural en el que se encuentran e interactúan. Los investigadores son sensibles a los efectos ocasionados por su presencia directa en el campo, pues deben olvidarse de sus propias creencias y predisposiciones para tratar de convertir en extraordinario, el mundo cotidiano. Para ellos todas las perspectivas son valiosas, los sujetos están en condiciones de igualdad y tienen las mismas oportunidades para exponer sus puntos de vista, entre otros aspectos (Quenceno & Castaño, 2002).

Para McMillan y Schumacher (2010), la investigación cualitativa describe y analiza las opiniones, los pensamientos, las percepciones y las conductas sociales individuales y colectivas de quienes conforman el fenómeno de interés investigativo. Para ello, la descripción y análisis se hace teniendo como marco general una epistemología de corte constructivista, la cual asume la realidad como una construcción social, producto de una práctica interactiva y compartida, pero que es interpretada por cada uno de los individuos, quienes la organizan según sus sentimientos, percepciones, sistemas de creencias, ideas, pensamientos y conductas. En ese sentido, es fundamental entender que las acciones humanas están fuertemente influenciadas por la situación en la que tienen lugar.

Considerando el marco global del proyecto y particularmente el camino que se ha establecido para dar respuesta a las preguntas que se generaron en el mismo, se hace necesario tener presente características esenciales de la investigación cualitativa, cada una de éstas se convierten en objeto de reflexión continua Flick (2004):

1. Conveniencia de los métodos y las teorías.
2. Perspectivas de los participantes y su diversidad.

3. Capacidad de reflexión del investigador y la investigación.

4. Variedad de los enfoques y los métodos en la investigación cualitativa.

Según Vasilachis (2006), la investigación cualitativa es un vocablo compresivo que hace referencia a diferentes enfoques, orientaciones y perspectivas, pues considera que no hay una sola forma de hacer investigación cualitativa, como tampoco hay una única orientación y cosmovisión que la sustenta. La investigación cualitativa se caracteriza por comprender las formas en que el mundo y sus partes se forman y relacionan, y tiene como meta la comprensión de las realidades sociales.

El uso de diferentes métodos en el marco de una investigación cualitativa se analiza desde los principios del paradigma interpretativo, el cual tiene diversas perspectivas de interpretación. Algunos de estos métodos son: el análisis de contenido, la hermenéutica, el análisis lingüístico de textos, las entrevistas en profundidad, las historias de vida y revisión de archivos, entre otras (Vasilachis, 1992). Un aspecto fundamental en todos ellos es la comunicación que se establece entre el investigador y los miembros de las comunidades en donde se adelanta la investigación. En este proyecto se resalta la importancia que tiene cada una de las técnicas en el logro de los objetivos de la propuesta investigativa, como también de la relación e interacción que se establece entre el investigador y los participantes.

Como apoyo al marco conceptual metodológico que soporta esta investigación es fundamental retomar los planteamientos de Maxwell (1998) al considerar a la investigación cualitativa como inductiva y hermenéutica, pues centra el interés en el significado y la interpretación, el cual depende del contexto. Para este autor la investigación cualitativa se puede usar para las siguientes finalidades:

1. Comprender los significados que los actores dan a sus acciones, vidas, experiencias, sucesos y acciones en las que participan.

2. Comprender un contexto particular en el que los participantes actúan y la influencia que ese contexto ejerce sobre sus acciones.

3. Identificar fenómenos e influencias no previstas y generar nuevas teorías fundamentadas en ellos.

4. Comprender los procesos por los cuáles los sucesos y acciones tiene lugar.

5. Desarrollar explicaciones causales válidas analizando cómo determinados sucesos influyen sobre otros, comprendiendo estos procesos de forma local, contextual y situada.

A continuación se hace una descripción más particular del diseño metodológico que se ha establecido para el desarrollo de este trabajo. Esta investigación se establece de tipo hermenéutico, se fundamenta en la compresión de los significados de las acciones de los docentes de ciencias naturales del sector rural dentro de un contexto cultural determinado. Para ello se ha considerado que el análisis de caso es la mejor estrategia en la consecución de los objetivos propuestos, pues facilita la obtención de información sobre el comportamiento de las personas incluidas en el fenómeno estudiado de manera natural y contextual (Yin, 1994). Para Stake (1998), el caso es definido como un sistema delimitado de tiempo y espacio de actores, relaciones e instituciones sociales donde se busca dar cuenta de la particularidad, pero también de su complejidad.

Cohen y Manion (1990) señalan que los estudios de casos tienen algunas ventajas que son tenidas en cuenta, especialmente por los investigadores educativos. Estas son: se obtienen datos diversos y fuertes, aunque difíciles de organizar cuando se les compara con otros métodos; reconocen la complejidad y las posibles tensiones entre los puntos de vista de los participantes, forman un archivo y pueden ser reinterpretados por otros investigadores, se consideran un paso para la acción, pues a partir de los resultados se toman decisiones democráticas que inciden en las personas y en los contextos donde éstas están inmersas; y por último los datos que presentan, como producto de la investigación, son más asequibles y comprensibles al público, ya que usan un lenguaje más convencional.

Cuando se usa esta estrategia se hace necesario el uso de diferentes formas para recoger los datos: análisis de documentos, registros de archivos, entrevistas, observación directa, observación de los participantes y contextos, entre otras. En cada una de ellas el investigador, de manera consciente o inconsciente, toma decisiones y desempeña funciones diferentes estableciendo una interacción con los fenómenos a estudiar, analizar y comprender. Según sea el caso, el investigador es: observador, entrevistador, profesor, lector narrador de historias, consejero, evaluador, defensor y biógrafo. En cada uno de ellos se recomienda la observación con objetividad de lo que está ocurriendo, y que a la vez se examine su significado y reoriente la observación para precisar o sustanciar esos significados (Stake, 1998).

Teniendo en cuenta la clasificación que hace Stake (1998) de los estudios de caso, se considera que el Estudio de Caso intrínseco, el cual interesa por sus particularidades, es el más adecuado para esta investigación. La elección del caso es el resultado del recorte temático, se define por el interés en él mismo, concibiendo mayor importancia a la profundización y el conocimiento global del caso y no en la generalización de los resultados. El objetivo de los estudios de caso no es la comprensión de otros, sino la comprensión del caso seleccio-

nado, que para el proyecto que nos ocupa es comprender las maneras como los profesores de ciencias de sectores rurales tienen en cuenta o no el contexto cultural en el desarrollo de sus prácticas educativas.

Teniendo presente que la metodología utilizada para la realización del proyecto es de carácter cualitativo interpretativo, y como lo plantean Geertz (1989) tiene por objetivo fundamental aproximarse al universo del otro, ese otro que para este caso es el docente de ciencias del sector rural, a continuación se describe con más detalle el camino, los procesos, las fases, los momentos e instrumentos, entre otros aspectos que fueron y serán determinantes a la hora de alcanzar el logro de los objetivos de la investigación.

Aspectos particulares del diseño metodológico

Después de considerar críticamente los anteriores aspectos, fue necesario pensar en las técnicas e instrumentos más apropiados para recoger y analizar la información, la cual sería el insumo principal para el análisis y consecución de los propios objetivos. Es importante considerar que aunque se establecieron fases y actividades específicas en cada una de ellas, éstas no podían ser vistas de manera excluyente, pues todas apuntan a la consecución de los objetivos. En ese sentido, como en todo proyecto investigativo, se consideró la relación entre el tipo de investigación y las técnicas y entre éstas e instrumentos. Las fuentes de información, primarias o secundarias, que el investigador va a tomar dependen de los aspectos, hechos o situaciones que se desean identificar, caracterizar y conceptualizar. El instrumento es el dispositivo o formato que se usa para registrar la información suministrada, que para el caso que nos ocupa son los docentes de ciencias naturales del sector rural.

En el Cuadro 1 se relacionan las técnicas e instrumentos usados en el desarrollo del proyecto que se describe en este documento y que en conjunto permiten alcanzar los objetivos propuestos. Deben ser percibidos, en su conjunto, como una unidad.

Fase 1. Construcción y validación de los instrumentos

Son varios los aspectos necesarios de considerar en el diseño, construcción y validación de instrumentos, pues constituyen el recurso metodológico para conseguir, registrar y almacenar, para el futuro análisis, la información relevante de un proceso investigativo. Los instrumentos deben estructurarse en atención a los objetivos de la investigación, particularmente a los específicos. A continuación se describen los momentos y actividades desarrolladas en esta fase de la investigación.

Cuadro 1

Tipo Fuente	Técnica	Instrumento
Primarias	Encuesta	Cuestionario escrito para diligenciar por los docentes que aceptaron la invitación a participar en el proyecto.
	Instrumento de elicitación	Documento escrito.
	Historias de vida	Video.
	Entrevista	Estructurada.
	Observación participante.	Registro anecdótico, es una observación no estructurada. Se hizo para la visita a la institución y realización de la entrevista.
	Observación participante.	Diario de Campo.
Secundarias	Análisis documental	Análisis de contenido del Proyecto educativo Institucional (PEI) y del plan de estudios de ciencias naturales.

a. Selección de instrumentos. Se tuvo presente no solo los objetivos de la investigación, sino también el tipo de población, el posible tamaño de la muestra, el tiempo y espacio para recopilar la información. Considerando los objetivos y las categorías implícitas en el mismo, se estableció que la mejor manera de recabar la información era usando un cuestionario escrito con enunciados y preguntas abiertas, las cuales dan mayor grado de libertad para su respuesta, pero restringidas a las categorías previamente establecidas; también se hizo una entrevista estructurada con el ánimo de triangular la información. El primer instrumento se piloteo con 6 docentes, luego de analizar sus respuestas y observaciones, se reestructuró para el envío a los evaluadores.

b. Validez y selección de evaluadores del instrumento. La validez de un instrumento está establecida por el grado de precisión con la que un instrumento "mide" y "valora" las variables, los rasgos o las características sobre las cuales se desea indagar. Se puede establecer tres tipos validez: de contenido, de constructo y de predicción. Para este caso se utilizó la validez de contenido, con el fin de valorar la pertinencia de las proposiciones, enunciados y preguntas de los instrumentos. Para ello se establece el denominado Juicio de Expertos, quienes son los encargados de sugerir ajustes o cambios a los ítems de los instrumentos después de analizar la coherencia entre los objetivos de la investigación y los instrumentos seleccionados, los ítems de los instrumentos y los objetivos de la investigación, los ítems de los instrumentos y los contenidos de las variables; también revisan la redacción y el lenguaje de las proposiciones, enunciados y preguntas. Es importante tener claridad sobre las razones por la cuales se eligen los posibles evaluadores, se sugiere tener varios nombres a considerar. Los criterios que se tomaron en este caso fueron:

- Doctor en Educación y/o Didáctica de las Ciencias.
- Conocedor profundo del tema del proyecto.
- Amplia experiencia investigativa.
- Experiencia en la construcción y evaluación de instrumentos.

c. Envío de documentos a evaluadores. A continuación se mencionan y describen los documentos que fueron enviados a los pares evaluadores.

- **Carta de presentación y resumen ejecutivo del proyecto.** Incluye aspectos formales de presentación, objetivos del proyecto, enfoque investigativo y aspectos del diseño metodológico, características de la población, formas de recopilar la información y posibles sistemas de análisis e impacto del trabajo a desarrollar.

- **Instrumentos y aspectos del sistema de evaluación.** Se especifica el sistema de valoración de los instrumentos. Para el caso particular se solicitó evaluar la pertinencia, el lenguaje y la redacción de las preguntas y aspectos de cada instrumento.

d. Recolección de la información de los instrumentos. Parte de esta información se recibió por correo, aunque vale la pena resaltar la posibilidad de realizar el proceso de lectura, revisión y análisis del instrumento inicial, de manera personal, con seis de los ocho expertos investigadores que aceptaron la invitación. Para ello fue necesario acordar encuentros semanales con cada uno de ellos, actividad que resultó muy enriquecedora para la estructuración de los instrumentos.

e. Análisis de la información de los evaluadores. Se procedió a organizar, reflexionar y analizar las observaciones que los evaluadores expresaron de manera verbal y escrita. El análisis se hizo de dos maneras: en la primera se retomaron las observaciones de carácter general, muchas de ellas, y desde la óptica del autor, fundamentales a la hora de pensar en la construcción de instrumentos y su aplicación; en la segunda, se tomaron en cuenta las observaciones de cada pregunta. De este ejercicio surgieron varios aspectos que fueron repensados no solo en el diseño y estructura del instrumento final sino también en los aspectos operativos del trabajo con los docentes que participarían en el proyecto en el momento de su diligenciamiento.

f. Instrumento de elicitación. Este instrumento se construye con el objetivo de conocer, bajo el análisis de una situación y su respectiva opinión, las concepciones que los docentes tienen sobre las cinco categorías macro de análisis de este trabajo: aprendizaje de las ciencias, enseñanza de las ciencias, currículo en ciencias, evaluación en ciencias y contexto cultural. Después de plantear varias situaciones, en el proceso de diseño y selección de este instrumento, se consideraron varios aspectos:

• La situación descrita debe ser familiar para los docentes, creíble, corta y concreta, que permita elicitar las concepciones que el docente tiene sobre cada una de las categorías.

• Se estipuló un máximo de tres preguntas alrededor de cada situación.

• El tiempo de diligenciamiento. Para el caso fue de 25 minutos.

• Pilotear y validar las situaciones. El pilotaje se hizo con tres docentes y luego se revisó con expertos.

Fase 2. Diligenciamiento de los instrumentos escritos

A continuación se describen los momentos y aspectos que fueron necesarios considerar a la hora de desarrollar esta actividad. Teniendo en cuenta la experiencia del autor en un trabajo anterior, en la que fue difícil logar la participación de los docentes, se consideró necesario establecer un protocolo de contacto con las instituciones y docentes del sector rural.

• **Contacto con las instituciones.** Se hizo teniendo en cuenta una base de datos previamente establecida por diferentes vías.

• **Presentación del proyecto.** En algunos casos se hizo inicialmente con el rector y/o coordinador académico y luego con los docentes.

• **Conversación con los profesores del área de ciencias naturales y presentación del proyecto.** Es importante considerar sus inquietudes sobre el proyecto y su aceptación a participar en el mismo no debe estar condicionada, debe ser sentida.

• **Diligenciamiento de los instrumentos.** Se acordó la fecha y la hora. El tiempo para esta actividad fue entre 45 minutos y una hora. Este espacio también fue aprovechado para conversar sobre algunas inquietudes que manifestaban los docentes.

Fase 3. Historia de vida y entrevista

Teniendo como principio que las técnicas e instrumentos, además de relacionarse, se constituyen luego en unidades de un todo, y que la información que se recoge a través de cada uno de ellos es fundamental para reconocer y comprender las relaciones entre el todo y la parte, pues el significado de las concepciones, decisiones y actuaciones, entre otros, de los docentes de ciencias naturales del sector rural solo cobra real dimensión en el análisis que hace el investigador en esta doble vía, se consideró pertinente indagar un poco más sobre algunos aspectos sociodemográficos y de las categorías establecidas alrededor del contexto cultural.

Por ello se hicieron grabaciones de video que denominamos "historias de vida" y de entrevistas en grabaciones de audio. Esta fase se desarrolló con 12 docentes de los 57 que participaron inicialmente. Los criterios de selección fueron: aceptación de continuar participando con el proyecto, ser docente de ciencias naturales de Educación Media y tener más de tres años en el sector rural.

Es importante anotar que la historia de vida es un método de investigación cualitativa, que tiene entre sus objetivos develar y hacer explícito, para su análisis y compresión, la relación entre el deseo y posibilidad y entre los sueños e ilusiones y la realidad, entre otras relaciones; los datos tienen su génesis, entre otras circunstancias, de las explicaciones y reconstrucciones que el individuo efectúa para ser y estar diariamente (Ruiz Olabuénaga, 2012). El uso de historias de vida se hizo considerando la riqueza de los posibles datos desde la perspectiva fenomenológica de la investigación, además de tener presente, como lo anota Berrios (2000), las personas, a través de sus propias palabras, generan datos descriptivos e interpretativos del comportamiento propio y de los demás.

Para una mejor comprensión de las prácticas cotidianas de los docentes de ciencias naturales del sector rural, se consideró pertinente, además de los dos instrumentos y de las historias de vida, realizar una entrevista estructurada. Se considera que es un método muy importante para llegar a interpretar y comprender las realidades o aspectos múltiples. Se debe planificar y se sugiere que los entrevistados conozcan las preguntas o los tópicos de las mismas. Se deben evitar respuestas de sí y no; se debe saber escuchar, se debe permitir que el entrevistado se exprese libremente, con sus propias palabras y expresiones, pues en el análisis posterior usualmente no se requiere de las palabras exactas del entrevistado sino lo que quiso decir.

Teniendo en cuenta la experiencia del autor en esta fase, hacer una entrevista no solo requiere planificación, equipos apropiados y consentimiento informado de los entrevistados, también es importante pensar en las condiciones del espacio y el tiempo; exige tener habilidad y tacto para hacer las interpelaciones requeridas y llevar un orden para no preguntar algo que ya tuvo respuesta en una pregunta anterior. A continuación se detallan algunos aspectos considerados en la planificación y desarrollo de cada una de las técnicas descritas anteriormente.

a. Historia de vida. Se estableció que era importante, y considerando las bondades de esta técnica, que los docentes seleccionados nos contarán y ampliaran la información sobre algunos aspectos relacionados en el primer instrumento. ¿Por qué escogió ser docente?, ¿Por qué estudió química, biología, según el caso?, ¿Cómo llegó a ser profesor del sector rural?, ¿Qué es lo más ventajoso o positivo de trabajar en el sector rural? y ¿Qué es lo menos ventajoso o menos

positivo de trabajar en el sector rural? Para la realización de la grabación de video se concertó una cita, algunas se desarrollaron en la institución donde labora el docente o en su casa, y en otros casos en lugares seleccionados por el profesor (parque). El tiempo de duración del video fue entre 12 y 15 minutos.

b. Planeación y desarrollo de la entrevista. Para su diseño se tuvo en cuenta el objetivo de la pregunta y su relación con una de las categorías previamente establecidas. Para el desarrollo de la entrevista, además de los aspectos mencionados, fue importante brindarle seguridad y tranquilidad al docente. En algunos casos fue necesario orientar al docente o retomar lo anotado por él para proseguir con la entrevista. La primera pregunta servía de apertura a la categoría, pero las preguntas denominadas subsidiarias no se hicieron en el orden en el que aparecen en el protocolo.

Cuadro 2. Ejemplo de protocolo de entrevista para una de las categorías

Categoría en la que se enmarcan las preguntas	Objetivo de las preguntas	Pregunta orientadora	Preguntas sugeridas/subsidiarias
Enseñanza de las ciencias y contexto cultural			¿Cuál es su opinión en relación con que el éxito de enseñar ciencias es que los estudiantes cambien sus ideas por las del conocimiento científico?
	Determinar las concepciones que los profesores de ciencias del sector rural tienen sobre enseñanza de las ciencias y la manera como se evidencia en su práctica pedagógica.	¿Qué valor tiene la ciencia para usted?	¿De qué manera tiene en cuenta los conocimientos de los estudiantes en la enseñanza de las ciencias?
			¿Qué hace usted cuando los conocimientos tradicionales de los estudiantes son muy diferentes a los de la ciencia escolar que usted enseña? ¿En algunos estudiantes les ha generado conflicto?
		¿Por qué considera que es importante enseñar ciencias?	¿Usted desarrolla alguna actividad para indagar sobre los conocimientos que han construido sus estudiantes y la génesis de los mismos?
			¿Cómo planea sus clases de ciencias?
			Los estudiantes tienen conocimientos ancestrales relacionados con los cambios climáticos y uso de las plantas medicinales, entre otros. ¿Cómo los vincula usted al desarrollo de las clases de ciencias?
			¿En el desarrollo de sus clases, cómo se evidencian o se expresan los conocimientos tradicionales de los estudiantes?

Fase 4. Organización de la información

Toda la información obtenida en un proceso investigativo, sin importar el medio utilizado para su recolección, es fundamental transcribirla y registrarla, según el caso, en un formato legible, para luego organizarla. La información se organiza de acuerdo a criterios previamente establecidos y que están estrechamente ligados a las técnicas e instrumentos, que dependen a su vez de los objetivos. Se sugiere codificar la información mediante el uso de categorías, las cuales pueden concentrar ideas, conceptos o temas que el investigador previamente ha establecido o emergieron en su revisión (Rubin & Rubin, 1995).

El registro y organización de los datos debe permitir su recuperación fácilmente, en el momento que se requiera, para su futura interpretación y análisis tanto de manera conjunta como individual. En este caso se consideró pertinente organizar la información de los dos primeros instrumentos en una tabla en Excel, dando un código a cada docente. A todo ítem del cuestionario y del instrumento de situaciones se le asignó un número, esta organización posibilita establecer relaciones y correlaciones tanto a nivel de cada ítem, que a su vez corresponde a cada pregunta o aspecto indagado en los instrumentos, como también del grupo de docentes de una institución. Después se estableció la importancia de usar el programa de análisis cualitativo Atlas Ti para su análisis. Su escogencia se basa tanto en las características técnicas como del manejo de la información. Para el caso de la historia de vida y la entrevista se está usando Transana, que es un software que permite analizar datos en audio y video digital, además de tener otras ventajas técnicas como ser de código abierto, es decir que el programa y documentación que se anexe queda disponible en la web y puede ser usado en el momento que se requiera.

Fase 5. Encuentro de docentes de ciencias del sector rural

Desde la planeación del proyecto de investigación, se consideró que la realización del mismo tuviera un impacto social, especialmente en quienes colaboraran de manera directa en su desarrollo en las diferentes fases. Pues en esta tesis no se quiere analizar la información recogida en los diferentes instrumentos basados en los "aciertos o desaciertos" de los docentes con respecto a las categorías de análisis, y que tuvieron en las respuestas a las preguntas una forma de develarlas, sino que la información recopilada será analizada con el ánimo de ayudar, mediante caminos y formas diferentes, a mejorar las prácticas de los docentes de ciencias del sector rural.

Para ello es muy valioso reconocer la riqueza de las experiencias de los docentes y reflexionar sobre lo que la educación en ciencias favorece con el ánimo construir, colectivamente nuevas ideas, que permitan reflexionar, entre otras cosas, sobre cómo se puede aprovechar mejor el contexto cultural en la

clase de ciencias, lo cual a su vez permite mejorar las prácticas de enseñanza profesional de los docentes y los procesos de aprendizaje en los estudiantes. Teniendo en cuenta lo anterior, y con el objetivo de seguir recabando información que permita la consecución de los objetivos del proyecto, se ha pensado organizar un Encuentro Taller que se ha denominado inicialmente *El contexto cultural en las prácticas de los docentes de ciencias del sector rural,* el cual se llevará a cabo el día 1 de Agosto de 2014 de 8 a.m. a 5 p.m. A continuación se detallan los elementos que fueron considerados en el diseño y estructura de los dos talleres que se van a desarrollar en el Encuentro con los docentes.

Taller 1. **Uso del contexto cultural en la enseñanza de las ciencias naturales**

Preguntas	¿De qué manera se comprende el contexto cultural? ¿Cuál es su importancia en la enseñanza de las ciencias?
Objetivo	Establecer con mayor claridad la manera como los docentes del sector rural comprenden y articulan el contexto cultural en sus prácticas de enseñanza de las ciencias naturales.
Material de insumo para la investigacion	• Formato escrito y grabaciones de audio de las presentaciones de cada uno de los docentes de los grupos conformados. • Transcritos de las grabaciones de audio.

Preguntas	Qué características tiene la relación entre experiencia y conocimiento para los docentes del sector rural
Objetivo	Estipular la relación que los docentes del sector rural establecen entre la experiencia y el conocimiento.
Material de insumo para la investigacion	Los escritos de los formatos entregados por cada uno de los grupos

Fase 6. Propuesta de modelo de intervención de formación de docentes

En este apartado se explicitarán algunos aspectos que se han estimado pertinentes a la hora de abordar esta fase. Según la UNESCO (1999), "la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados". Los sistemas educativos de diferentes latitudes y contextos culturales han reconocido la importancia que tiene investigar e innovar en enseñanza y aprendizaje de las ciencias para favorecer adecuados procesos de consolidación de la cultura científica que deben tener los ciudadanos de la aldea global en los diferentes niveles y contextos educativos. La búsqueda de alternativas que permitan la consecución de estas finalidades ha establecido la importancia que tiene la denominada "epistemología docente" (Carnicer & Furió, 2002) o las concepciones, las actitudes y las prácticas de los profesores de ciencias sobre la ciencia y su enseñanza.

En el campo de la Didáctica de las Ciencias, una de las líneas de investigación que ha cobrado gran importancia en los últimos años es la de formación inicial y continuada de los profesores de ciencias, pues se considera que para que los estudiantes que están bajo su responsabilidad logren aprendizajes significativos y contextualizados, se precisa de un docente que conozca y ponga en escena rutas innovadoras en la enseñanza de las ciencias. La importancia de esta línea de investigación viene dándose desde la década de los ochenta y se fortalece en los noventa, en el Handbook editado por Gabel (1994) y por Fraser y Tobin (1998), se encuentra una sección que referencia investigaciones sobre la formación de profesores de ciencias, tanto en formación inicial como continuada. Más recientemente, en el Handbook editado por Abell y Lederman (2007), también hay una sección que revisa y muestra resultados de las investigaciones adelantadas en este campo en varios países del mundo.

La revisión de la literatura sobre los resultados de la investigación en esta línea, permite anotar que son diversos los modelos de formación de profesores de ciencias que se han implementado, los cuales a su vez responden a modelos educativos más generales y aceptados por la comunidad académica; y aunque reconocen las mismas necesidades y establecen, en algunos casos, los mismos objetivos, las formas de concebirlos y desarrollarlos marcan diferencias importantes. Es importante anotar que los docentes, al igual que los estudiantes, poseen y explicitan concepciones sobre el mundo, en este caso particular los profesores de ciencias, tienen ideas sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje (Porlán, Rivero & Pozo, 1997). Actualmente se acepta que estas ideas, además de las actitudes y los comportamientos que los docentes manifiestan, la mayoría de veces, no son compatibles y no corresponden a los adelantos que la Didáctica de las Ciencias en este campo ha tenido en las últimas déca-

das. En este sentido, las posiciones de los profesores en estos aspectos no son el producto de reflexiones profundas, sino que responden, la mayoría de las veces, a reproducciones o posiciones acríticas. Estas ideas y concepciones, de no ser objeto de reflexión explícitamente, se pueden convertir en un obstáculo para nuevas formas de percibir la ciencia, su historia y su desarrollo, entre otros aspectos, es decir, pueden constituirse en auténticos obstáculos para la mejora de la enseñanza de las ciencias (Mosquera, 2008).

Es importante tener presente que una propuesta de formación continuada de profesores de ciencias debe tener en cuenta que la profesión docente en ciencias se fundamenta en la relación teoría e investigación educativa en el campo de la didáctica de las ciencias. Para ello debe abrir espacios de reflexión, contrastación y compresión de los esquemas de conocimientos que tienen los profesores y los nuevos referentes teóricos en el campo de la didáctica de las ciencias, con el fin de pasar de modelos de formación rígidos, descontextualizados y acríticos, a modelos de formación docente producto de procesos investigativos que conlleven a prácticas transformadoras y contextualizadas, producto de la lectura de la realidad, de los intereses y necesidades de las personas y comunidades que aprenden; que para el caso que nos ocupa en este proyecto son los profesores de ciencias del sector rural y sus comunidades escolares. De esta manera es posible la asociación de la práctica escolar del profesorado y los planteamientos teóricos derivados de la investigación en didáctica (Schön, 1992; Tobin et al. 1994).

La formación de los profesores de ciencias, tanto inicial como continua, debe tener marcos alternativos que permitan la reflexión crítica sobre su práctica (Schon, 1992), (Kemmis, 1998). Una propuesta de formación debe tener presente tal y como lo plantea Astolfi (1994), que la acción reflexiva compartida favorece construir, de manera fundamentada, estilos propios de enseñanza y formas de concebir y desarrollar la práctica docente como resultado del desarrollo de conocimientos en el campo de la educación, y específicamente de la Didáctica de las Ciencias.

Además de comprender y caracterizar el uso que los docentes de ciencias naturales del sector rural hacen del contexto cultural y cómo lo incorporan en sus prácticas pedagógicas, también se propone plantear, diseñar y aplicar un modelo de formación didáctica que contribuya a promover en el profesor de ciencias naturales de ambientes rurales un mejoramiento significativo de sus concepciones y prácticas didácticas a través de procesos reflexivos de su propio ejercicio en el aula teniendo como insumo fundamental el contexto cultural.

Se espera entonces, establecer una estrategia de intervención que favorezca tanto el trabajo personal como el colaborativo, que tenga en cuenta los intereses, necesidades, saberes previos y el contexto cultural del docente o grupo de

docentes de ciencias que laboran en ambientes rurales con quienes se adelantará la investigación. Esta estrategia se consolida en un proceso de formación teniendo en cuenta la dimensión reflexiva de los profesores. Se espera que los desarrollos teóricos, como parte de los resultados de la investigación, sean objeto de análisis y reflexión y no sean trasladados mecánicamente sino que se conviertan en principios y procedimientos que el profesor pueda usar para la toma de decisiones y la resolución de problemas relacionados con la enseñanza de las ciencias y sus factores asociados. También se espera promover en el docente o con los docentes, con quienes se realiza el proyecto, un mejoramiento significativo de sus concepciones y prácticas didácticas a través de procesos reflexivos de su labor donde el contexto tiene un papel determinante.

Lo anterior se plantea en consonancia con la necesidad de contextualizar y replantear esquemas alternativos de formación de profesores de ciencias, particularmente de las áreas rurales, para que su práctica sea más coherente con los nuevos marcos conceptuales en el campo de la didáctica de las ciencias, que conlleve no solo a cambiar el modelo, sino también a tener otra mirada de sí mismo. Por ello es importante anotar que para lograr cambios en las representaciones mentales y prácticas de los docentes en formación y en ejercicio, se hace necesario el uso de estrategias colaborativas, las cuales favorecen las condiciones para mejorar la auto imagen y los resultados en el proceso de aprendizaje de los estudiantes a su cargo.

Fundamentado en la revisión teórica realizada por el autor tanto en forma de antecedentes de investigación como de soporte teórico del mismo proyecto, en los resultados de la investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias, pero especialmente en el proceso y resultados de la investigación que está en curso, se espera proponer algunas consideraciones y fundamentos de tipo curricular que abra y permita la posibilidad de desarrollar un programa de formación inicial o continua de profesores de ciencias del sector rural colombiano que considere como variables intervinientes el contexto cultural y lo que ello implica y significa atender en la escuela. En este proceso se espera que dicha propuesta pueda ser evaluada por personas expertas en el tema, por docentes, directivos universitarios y por quienes han tenido la oportunidad de implementar un programa similar en algunos sectores de Latinoamérica.

Reflexiones finales

Son varios los aspectos que suscitó este ejercicio de sistematización que da cuenta de lo que fue la construcción de instrumentos y la posterior recolección de información, y que quisiera exponer en esta parte del cierre del texto. En primer lugar, no puedo dejar de decir que la inquietud y el stress que me generó la planeación y desarrollo de cada una de las fases descritas anteriormente, y

de las que aún no se han realizado, se convirtió, en el momento de la escritura de este texto, en un espacio valioso de reflexión, como lo mencioné antes, de poder verme al espejo y repensar sobre lo que se hizo y comprender el por qué se hizo de esa manera y no de otra, explicitar y ser consciente de las circunstancias que rodearon la toma de decisiones en cada una de las actividades, como también reconocer el aporte que cada una de ellas, de manera articulada y lógica, hace a la consecución de los objetivos de la investigación. También permitió hacer un ejercicio prospectivo de las fases y actividades que se han planeado desarrollar en este proyecto investigativo. Quizás se abra otro espacio para compartirlas.

Con respecto a las técnicas e instrumentos descritos, retomo lo anotado por Cohen y Manion (1990), cuando afirman que en la investigación cualitativa hay diversas formas de recoger los datos y se usan diferentes técnicas, y aunque el problema o la metodología puedan ser distintos, en todos es importante la observación. El investigador observa una unidad individual (una persona, una pandilla, una clase, una escuela, una comunidad) inmersa en un contexto, en el cual establecen diferentes clases de relaciones.

Un aspecto que me inquietó, y lo sigue haciendo, es lo concerniente al momento indicado de la toma de los datos. Me respaldo en lo planteado por Stake (1990), al decir que no existe un momento determinado en que inicie la toma de datos, se puede hacer antes de la plena dedicación al estudio. Es decir que se tienen presentes los antecedentes, el conocimiento de otros casos, las primeras impresiones que surgen de las visitas o de las actividades preliminares. Sin embargo, es necesario saber que parte de la recolección de datos cobija aspectos como: definición del caso, las preguntas de la investigación, las fuentes de los datos o de información, identificación de los ayudantes, la distribución del tiempo y el informe previsto, entre otros.

Otro aspecto interesante que se desprende de este ejercicio de reflexión y sistematización tiene que ver con los registros de la información. En concordancia con Lofland (1971) citado por Cohen y Manion (1970), se sugiere que al momento de hacer los registros de la información es fundamental tener en cuenta las siguientes sugerencias: hacerlo después de la observación y de recolección de los datos, no dejar pasar tiempo, pues se olvida, tener disciplina y agilidad en este proceso, es mejor hacerlo en el computador directamente, hacer dos copias, una como borrador para cortar y volver a escribir y la otra se tiene de base.

En cuanto a la fase de análisis de la información, actualmente en curso, solo puedo decir que si bien los software son de gran ayuda, es necesario conocer previamente las ventajas y los mecanismos de funcionamiento de éstos, con

el fin de establecer su beneficio en el análisis del tipo de datos y el uso de los mismos. Aquí es definitivo entender que, más allá del análisis de los datos obtenidos usando estos software, la comprensión de la manera como los docentes entienden y usan el contexto cultural se desarrolla de forma gradual y que para lograr una comprensión profunda se ha de partir del mundo real de los propios actores con quienes se desarrolla el proceso investigativo (Goetz y LeCompte, 1988).

En cuanto al aspecto descrito en el apartado cinco, la complejidad del tema de formación docente ha llevado al diseño e implementación de diversos modelos con diferentes enfoques y formas de abordar dicha problemática. Sin desconocer los aportes que ellos han generado en otros ambientes, considero que es necesaria una perspectiva de formación que corresponda más a nuestro contexto y necesidades, particularmente a lo concerniente a los profesores que realizan su labor profesional en el sector rural, sin desconocer las tendencias más representativas en la formación de profesores de ciencias que se han establecido como parte del desarrollo en la línea de investigación de formación docente dentro del campo de conocimiento de la Didáctica de las Ciencias.

Para finalizar, considero pertinente anotar que la acción reflexiva compartida permite, entre otras cosas, a quienes estamos en un proceso de formación de maestría y/o doctoral, construir y reconstruir caminos, estilos y formas de acción investigativa, pues es claro que en la puesta en marcha de un proyecto investigativo en educación, no basta con el ABC de la investigación, se requieren otro tipo de habilidades y destrezas que son importantes potenciar. Espero también que estas líneas ayuden a reconocer y caracterizar la importancia de la coherencia entre los campos discursivos y los campos metodológicos desde los cuales se diseñan los proyectos investigativos en las diferentes áreas en educación, entre otros aspectos; también que conlleve a la apropiación y enriquecimiento analítico de los propios procesos investigativos y de esta manera favorecer la formación profesional en este campo.

De otro lado, el proceso investigativo es un ejercicio que pasa, para los novatos, y me atrevería a decir que también para los llamados expertos, necesariamente por tensiones, por momentos de angustia, de pensar que el tiempo planeado no alcanza, por satisfacciones cuando las cosas salen bien, por reflexiones profundas, por tierras movedizas, por el encuentro y reencuentro, por el camino de voces y manos amigas que dan una voz de aliento a continuar, y de esta manera poder llegar a buen puerto, a tierra firme.

Bibliografía

Abell, S.K & Lerderman, N.G (2007). *Handbook of Research on Science Education.* New York: Routledge.

Astolfi, P & Develay, M. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias, 12* (2), pp. 206-216.

Ávila, R. (2005). *Sujeto, Cultura y Dinámica social.* Bogotá: Anthropos.

Bolívar, A. (2004). Ciudadanía y Escuela Pública en el Contexto de Diversidad Cultural. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, *9* (9), pp. 15-38.

Botto, S. (2005). Algunas reflexiones a propósito de la relación entre el docente, el alumno y el conocimiento. En: *La educación en tiempos débiles e inciertos*. Madrid: Anthropos.

Carnicer, J & Furió, C. (2002). La epistemología docente convencional como impedimento para el cambio. *Investigación en la Escuela, 47*, pp. 37-52.

Cobern W. (1996). Constructivism and non-western science education research. In: *International Journal Science Education*, *188* (3), pp. 295-310.

Cohen, L. & Manion, L. (1990). Métodos de investigación educativa. Madrid: La Muralla.

Delors, J. (1996). La *educación encierra un tesoro.* Ediciones UNESCO.

Enciso, S. & Molina, A. (2009). La resolución de problemas y sus interrelaciones con el contexto cultural: determinación de referenciales para la formulación de una propuesta de formación inicial de licenciados en química. *Enseñanza de las Ciencias*, Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 3428-3431.

Flick, U. (2004). Introducción a la investigación cualitativa, 3ª ed. Madrid: Editorial Morata.

Fraser, B. & Tobin, K (1998). *International of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher.

Gabel, D. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan Pub Co.

Geertz, C. (1989). *La interpretación de las culturas*. Barcelona, España: Gedisa.

Gimeno, J. (2001). *La enseñanza y educación públicas. Los retos de responder a la obligación de la igualdad, respetar la diversidad y ofrecer calidad.* Madrid: Akal.

Giopo, C. (1999). *Ovvo da serpente*. Tesis de Maestría, Faculdade de Educação-USP. São Paulo- Brasil.

Goetz, J. P. & LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.

Kemmis, S. (1998). El currículo: más allá de la teoría de la reproducción. Madrid: Ed. Morata.

Maxwell, J. A. (1998). "Designing a Qualitative Study". En: L. Bickman D. J. y Rog (Eds.), *Handbook of Applied Social Research Method* (p. 69-100), Thousand Oaks, CA, Sage.

McMillan, J & Schumacher, S. (2010). Investigación Educativa. Capítulo 10. Investigación con estudios de casos.

Mckinley, E. (2005). Locating the global: culture, language and science education for indigenous students. In: *International Journal of Science Education*, *27* (2), pp. 227-241.

Méndez, A. (2003). Formación de educadores (as) y educación rural: reflexiones y propuestas desde una reconceptualización de la educación básica. *Revista Digital Rural, Educación, cultura y desarrollo rural*. Recuperado el 10 de diciembre de 2011, de http://educación.upa.cl/revistaerural/erural.htm

Molina, A., Mojica, L. & López, D. (2005). Ideas de los niños y niñas sobre la naturaleza: estudio comparado. *Colombia Revista Científica, 7,* pp. 41-62.

Molina, A.; Martínez, C. A.; Mosquera, C. J. & Mojica, L. (2009). Diversidad cultural e implicaciones en la enseñanza de las ciencias: reflexiones y avances. En: *Revista Colombiana de Educación*, *56,* pp. 103-128.

Molina, A & Uteges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. *Revista de enseñanza de la física. 24,* pp. 7-26.

Molina, A. (2012). Avances de la línea de investigación Enseñanza de las Ciencias, Contexto y diversidad Cultural. *In Press.* Para ser publicado por el Ministerio de Educación Nacional.

Molina, A. (2010). Una relación urgente: enseñanza de las ciencias y contexto cultural. *EDUCyT, 1, 1,* pp. 1-12.

Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: Aprender de la diversidad cultural. *Revista Magisterio, 57,* pp. 78-82.

Morales, R & Bojacá, B. (2002). ¿Qué hacemos los maestros cuando hablamos en el aula? Concepciones sobre la enseñanza de la lengua. Investigación Colciencias-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.

Mosquera, C. J. (2008). *El cambio en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de química*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.

Mosquera, C. J. & Molina, A. (2011). Tendencias actuales en la formación de profesores de ciencias, diversidad cultural y perspectivas contextualistas. *Revista TED. Universidad Pedagógica Nacional, 30,* pp. 9-29.

Ordoñez Peñalonzo, J. (2003). La escuela, diferentes contextos culturales y culturas de frontera. *Revista Brasileira de Educación, 23,* pp. 149-155.

Pérez, A. (1997). La función educativa de la escuela pública actual. En: Gimeno, J. (coord.). *Los retos de la enseñanza pública*. Madrid: Akal.

Porlán, R.; Rivero A. & Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias 15* (2), pp. 155-157.

Quenceno, R. & Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica, 14,* pp. 1-27.

Rubin, H., & Rubin, I. (1995). Qualitative interviewing: The art of hearing data. Thousand Oaks, CA: Sage.

Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). Historias de vida. En: *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto, pp. 267-313.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Madrid: Paidós.

Stake, R. (1998). Investigación con estudios de casos. Madrid: Editorial Morata.

Tobin, K; Tippins, D; & Gallard, A. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. En: *Handbook of research on science teaching and Learning,* pp 45-93. Mcmillan, New York.

Torres, R. (2004). Nuevo rol docente: ¿Qué modelo de formación, para qué modelo educativo? *Revista Colombiana de Educación*, *47,* pp. 31-54.

UNESCO. (1999). *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia*. Budapest. 1º de Julio. http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm#sociedad.

Vasilachis De Gialdano, I. (1992). Métodos cualitativos I. Los problemas teóricos epistemológicos. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Vasilachis De Gialdano, I. (2006). E*strategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.

Yin, R. K. (1994). *Case Study Research - Design and Methods, Applied Social Research Methods* (Vol. 5, 2a. ed.), Newbury Park, CA, Sage.

Young, M. (1999). *Mental Space. Oline Archive Centre for Psychotherateutec Studes*, consultado el 24 de octubre de 2011, de http://www.shef.ac.uk/~psysc/mental/chap2.html. <05/05/1999.

CONTRIBUCIONES DE LOS ESTUDIOS DE AULA A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE LA DIVERSIDAD CULTURAL

Nadenka Melo

Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación

DIE - UD

Introducción

El propósito de este texto es analizar las propuestas de aula en la Enseñanza de las Ciencias (EC) que reconozcan la diversidad cultural; lo anterior, en el marco de la Tesis Doctoral "Puentes entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales, estudio de un fenómeno relacionado con la biodiversidad en la Escuela Lachón en Manaure, La Guajira". Contiene cuatro secciones, en la primera, se retoma el concepto de cultura, a partir del cual se reflexiona sobre la diversidad cultural ligada la Enseñanza de las Ciencias; en la segunda sección, se establece una relación entre la Diversidad Cultural y la Enseñanza de las ciencias; en la tercera, se abordan los estudios de aula, como un punto de encuentro de los Conocimientos Científicos Escolares (CCE) y los Conocimientos Ecológicos Tradicionales (CET); en la cuarta, se realiza una aproximación a los puentes como método de contacto en doble vía para las culturas. Finalmente, se enuncian unas consideraciones finales, con la perspectiva de fundamentar conceptual y metodológicamente la investigación doctoral.

La cultura como escenario de desarrollo de la diversidad cultural en relación con la enseñanza de las ciencias

Considerando que existen múltiples debates y diferentes acepciones sobre el término cultura, lo que refleja su polisemia y oferta de un panorama enriquecido para ser abordado desde la Enseñanza de las Ciencias; sin embargo varios trabajos en este campo (Bustos, 2014; Castaño, 2014; Cobern, 1996; Hernández, 2014; Molina, 2012; Pedreros, 2012) han considerado como enfoque conceptual sobre la cultura la propuesta semiótica de Geertz (1986). En nuestro caso también se considera relevante para la presente investigación doctoral. El texto "Descripción densa: hacia una teoría interpretativa de las culturas" consigna como la cultura "no es ni culto ni usanza, sino que son las estructuras de significación en virtud de las cuales los hombres dan forma a su experiencia",

por ello, una cuestión central es realizar un análisis de significaciones –estructuras conceptuales que los individuos usan para interpretar la experiencia– de forma tal que sea posible descifrar los códigos establecidos y que se manifiestan en ellas (Geertz, 1986). Allí mismo, hace referencia a distinguir diferentes estructuras de interpretación. En particular, el concepto semiótico de cultura, permite entender cómo se configuran las ideas acerca del mundo natural como significaciones y por qué ellas deben ser pensadas como productos culturales, así considera que:

> […] el hombre es un animal inserto en tramas de significación que él mismo ha tejido (…) Considero que la cultura es esa urdimbre y que el análisis de la cultura ha de ser por lo tanto, no una ciencia experimental en busca de leyes, sino una ciencia interpretativa en busca de significaciones a partir de la cual cada individuo construye sus propias significaciones. Lo que busco es la explicación, interpretando expresiones sociales que son enigmáticas en su superficie. (Geertz, 1986: 1)

La cultura es entonces, de carácter público y compartida con una comunidad; parafraseando a Geertz, "la cultura es pública porque la significación lo es" (Geertz, 1986). Es así como, en una comunidad, las estructuras de significación, dan cuenta de las experiencias que han tenido como pueblo, y que son compartidas, bien sea en forma escrita u oral y es fundamental registrarlas para poder comprender la validez de las explicaciones y lograr la interpretación de "el otro" como diferente de mí. Apoyados en Eagleton (2001), se entiende la cultura como forma de vida, ligada a la sociedad, inherente a la forma de ser de un pueblo y a la red de significados del mismo (Eagleton, 2001).

Este enfoque ha tenido repercusiones en el campo de la epistemología de la ciencia, como es el caso del análisis de Elkana (1983), quien desarrollo el concepto del sistema cultural de la ciencia retomando el concepto de Geertz de cultura, que dice que las culturas están constituidas por varios sistemas culturales como la religión, el arte, la ideología, la ciencia, el sentido común. Elkana (1983) plantea cómo la ciencia y la educación en ciencias son empresas culturales inmersas en una matriz conformada en la sociedad, en la cual ninguna cultura es superior a otra, por lo que frente a la pregunta "¿Existe una diferencia de base en los modos de pensamiento de las sociedades occidentales y no occidentales?" señala:

> Yo creo que no hay diferencia de base, ni en términos de conocimiento ni en términos de lógica, en los modos de pensamiento entre las sociedades occidentales y no occidentales, y que así mismo no hay diferencia de base entre el pensamiento científico y no científico; sin embargo, hay numerosas diferencias importantes que se pueden explicar en términos socio-históricos, al igual que hay numerosas similitudes que se pueden detectar sólo después

> de haber hecho un profundo análisis socio-histórico de numerosas palabras claves tales como ciencia, magia, religión, mito, etc. (Elkana, 1983: 2).

Al mismo tiempo, el autor hace una reflexión sobre la importancia de realizar estudios comparados, partiendo de la existencia de diferentes tipos de conocimiento, de ligámenes culturales y de la tecnología existente en el mundo actual; fundamenta entonces, la necesidad de hacer estudios comparados para comprender el conocimiento según cada cultura y los cambios asociados a cada una de ellas. Hace énfasis en que hoy día la cultura es una cultura de ciencia, en la cual la antropología tiene como objeto comprender las "otras culturas", o la historia de las ideas –otros períodos de nuestra propia cultura– (Elkana, 1983).

Cabe anotar, que el objetivo de la educación en ciencias, debe ser que el estudiante comprenda las teorías científicas, los modelos y conceptos, sin necesariamente cambiar sus creencias de base (Elkana, 1983; Smith & Siegel, 2004). En forma similar, Elkana (1983) pone en evidencia la estrecha relación entre la cultura y la educación científica, para el caso que nos ocupa, las escuelas pueden ser asumidas como un sistema cultural como propone Elkana, al ser el escenario donde los pensamientos y las ideas son negociadas por los niños y las niñas cuando transitan por las aulas de clase de ciencias en las escuelas. En síntesis, Elkana (1983) afirma que "en toda teoría del conocimiento y del cambio, los conceptos centrales están referidos a los marcos culturales y resultan del consenso social" (p. 17) y no existen diferencias de base entre las ciencias, porque ella es vista como un sistema cultural. Estos planteamientos tienen implicaciones en el desarrollo de esta investigación doctoral a partir del planteamiento sobre la no existencia de diferencias de base entre las culturas, por lo tanto, la significación e interpretación que los niños y las niñas realicen de los conocimientos están sujetos a los marcos culturales que identifican su cultura.

Más recientemente, Crossley (2009) reanuda los planteamientos de Elkana (1983) sobre los estudios comparados como objeto de la investigación centrada en la práctica, y en la experiencia vivida por los sujetos, protagonistas de su escenario educativo. También afirma cómo en EC es necesario realizar un análisis cuidadoso de la información de los contextos locales específicos destacando la importancia de ahondar en los detalles, en la significancia local y de fenómenos específicos de manera tal que digan algo más de ellos mismos, a partir de los cuales se pueden producir cambios en la investigación en educación en ciencias. Se debe entonces, mantener un diálogo entre las investigaciones locales, nacionales e internacionales y realizar investigaciones comparadas que tienen mucho que aportar a la EC; todo ello concurre en el desarrollo de teorías, metodologías, políticas y prácticas en la educación en el mundo y el aprendizaje mutuo (Crossley, 2008, 2009).

Continuando con las referencias en el campo de la filosofía y epistemología de la ciencia, Toulmin (1972), ayuda a configurar la idea de la cultura ligada a la sociedad cuando cita:

> Cada uno de nosotros piensa sus propios pensamientos; pero los conceptos los compartimos con nuestros semejantes. En efecto, de lo que creemos, somos responsables como individuos; pero el lenguaje en que se articulan nuestras creencias son propiedad pública. Para comprender qué son los conceptos y qué papel desempeñan en nuestra vida debemos considerar la relación central entre nuestros pensamientos y creencias, que son personales o individuales, y nuestra herencia lingüística y conceptual, que es colectiva. (Toulmin, 1972: 49).

Las anteriores consideraciones ponen de manifiesto cómo la cultura establece una relación con los sujetos que hacen parte de las comunidades culturales.

Por consiguiente, se puede pensar entonces, que las comunidades indígenas, entendidas como comunidades culturales, han desarrollado su identidad en el contexto de sus propias culturas, en torno a las formas de vida, el conjunto de valores, creencias y prácticas que la constituyen. El reconocimiento de estas identidades en el campo de la enseñanza de las ciencias se manifiesta en los siguientes autores y sus consideraciones:

- Chinn (2012) revaloriza la importancia de los estudios locales, a partir de una revisión de los programas basados en el lugar, sus resultados, desafíos y características, y concluye que estos estudios preparan a las personas para vivir, trabajar y mantener la identidad cultural ecológica del lugar donde habitan, lo que puede ayudar a lograr la alfabetización científica para todos los ciudadanos (Chinn, 2012; Lemke, 2006).

- Aikenhead y Ogawa (2007) reexaminan y reconocen los aportes realizados por tres formas culturales de comprensión de la naturaleza: una forma indígena enfocada a los indígenas del norte de América, otra forma neo-indígena propuesta para abarcar a la mayoría de las naciones asiáticas y una forma eurocéntrica, destacando sus heterogeneidades y señalando algunas dificultades para su entendimiento.

- Jegede (1995) a partir de sus estudios en comunidades africanas propone el aprendizaje colateral como un mecanismo de acomodación propicio para la resolución de conflictos entre conceptos en una persona que transita entre diferentes conocimientos.

- George (2001) ha enfocado sus investigaciones en torno al aprendizaje basado en la cultura local e investiga sobre los pensamientos diarios, cotidianos sobe la naturaleza, los CCE, la naturaleza y el ambiente.

- Cajete (1999, en Chinn 2012) quien reconoció en los indígenas americanos la comprensión de la relación íntima entre ellos y su entorno como la esencia fundamental de su supervivencia y su identidad como pueblo.

Los autores mencionados, destacan la importancia de los estudios locales, enfocados a las identidades de las comunidades estudiadas, siguiendo a Carter (2012) ha llegado, pues, el tiempo de reflexionar sobre la influencia de la cultura, la perspectiva intercultural, la diversidad cultural en la educación en ciencias, lo que invita a profundizar en las similitudes o diferencias que se presentan entre ellos (Carter, 2012).

Relación entre la diversidad cultural y la enseñanza de las ciencias

En el apartado anterior, se muestra cómo la cultura tiene una estrecha relación con el aprendizaje que los estudiantes realizan en un campo específico de la educación en ciencias. A continuación, se realiza una aproximación a los conceptos de diversidad cultural en relación con la EC.

La diversidad es un factor de primer orden en todo el mundo ya que los fenómenos de migración continua han resultado en una población más heterogénea en consideración de las etnias, lenguas, etc. y la educación no puede ser ajena a esta realidad; estos fenómenos, sumados a la globalización generan la necesidad de incrementar la consciencia y la comprensión de estos fenómenos desde un punto de vista intercultural (Avery & Thomas, 2004). Es preciso anotar, entonces que en las sociedades diversas culturalmente, siguiendo a George, 2001 citado por Mosquera y Molina, 2010 "…la cultura incluye las normas, valores, creencias, expectativas y prácticas dentro de una comunidad" y estos elementos de análisis permiten acercarse al estudio de la EC en estas comunidades. En consonancia con Molina (2010: 89):

> […] se puede asumir que la educación de las ciencias de la naturaleza y la tecnología requiere ser comprendida dentro de un contexto cultural específico; porque la apropiación y construcción conceptual dependen también de los valores, de las decisiones, las creencias sobre lo que es verdadero, creíble, cognoscible, lógico para el sujeto que conoce

por lo tanto desde la EC se debe dar cuenta de las relaciones que surgen en la configuración intercultural de la sociedad en Colombia (Molina, 2010; Mosquera & Molina, 2011). Molina (2013) en su análisis sobre el enfoque sociocultural y contextual, resalta la existencia de la diversidad cultural en el aula, y por lo tanto considera estas como un espacio de construcción de culturas (Molina, 2013). Es decir, la diversidad cultural atraviesa la EC y la relación entre la EC con la diversidad cultural se ha discutido desde varias posturas como son:

> • *Universalista*, en este enfoque, se identifica el conocimiento científico producto de la Ciencia moderna universal (WMS), como centro del conocimiento, posición dominante en la EC, ampliamente reflejada en los currículos de ciencias. Esta postura considera que la WMS es de carácter universal y por

lo tanto, no puede ser enseñada en términos multiculturales. Descrita por Williams en 1994, citado por El Hani y Mortimer, el *Universalismo*, expresa como la "*Ciencia*, WMS es la actividad y cuerpo del conocimiento. En el mismo sentido, Maddock (1981) señala cómo la educación en ciencias necesita tener en cuenta el punto de vista antropológico para lograr sus objetivos convirtiéndose así en la base de futuros estudios (El-Hani & Mortimer, 2007; Maddock, 1981).

• *Multiculturalista*, en este enfoque se incluyen otras formas de conocimiento, las cuales se reflejan en el currículo de ciencias al tener en cuenta conceptos de otras culturas. La WMS es considerada sólo uno de los ejemplos de ciencia. Hodson (1999), considera que el aumento de la participación y un nivel mayor de aprendizaje para los estudiantes de grupos étnicos minoritarios logra mejorar el impacto de la enseñanza de las ciencias, así como, consigue generar conciencia en los estudiantes sobre el racismo y otras formas de discriminación y opresión en el ámbito de la ciencia y la tecnología (Hodson, 1999). Esta posición pone de manifiesto el tomar en cuenta a "el otro" como "diferente de mí", lo que es un referente distinto al mencionado previamente en el *universalismo*. (Cobern & Loving, 2000; Mckinley & Stewart, 2012; Tippins, June, & Britton, 2010).

• *Pluralismo epistemológico*, este enfoque si bien considera que el conocimiento WMS es importante, propone una posición intermedia entre el multiculturalismo y el universalismo, en tanto se reconocen otras formas de conocimiento, sin discriminar ni sobrevalorar un conocimiento sobre otro, siendo sensibles y manteniendo el objetivo de la enseñanza de las ciencias (Cobern & Loving, 2000; El-Hani & Mortimer, 2007).

• *Intercultural*, el enfoque intercultural propende por las interacciones que se dan cuando dos visiones de mundo entran en contacto; es así como Jegede (1995), George (2001), Cabo-Hernández y Enrique (2004) y Molina (2012) reconocen estas interacciones, que se entretejen y permiten la construcción de significados las cuales deben producir mínimas interferencias. Cabo-Hernández y Enrique en 2004, plantean el reto de la ciencia intercultural en dos aspectos: acceso de las minorías y las mujeres a los estudios de ciencias y un segundo aspecto sobre qué ciencia enseñar (Cabo-Hernández & Enrique, 2004). Molina y Utges, 2011 enfatizan como estas interacciones propias de la EC deben ser vistas como una potencialidad y no como un obstáculo a la hora de enseñar ciencias, y propenden por generar una conciencia intercultural en los profesores en formación (Cabo-Hernández & Enrique, 2004; George, 2001; Jegede, 1995; Molina & Utges, 2011). En esta perspectiva los CET y los WMS están llamados a dialogar, de forma que se interrelacionen las formas de conocimiento.

Se puede entonces afirmar, que en efecto, el origen cultural de los estudiantes, su contexto cultural y sus visiones de mundo influyen sobre la comprensión que ellos logren de la ciencia. Todos los estudiantes construyen su forma de

ver el mundo a partir de las experiencias personales y de su entorno, el discurso primario constituido en sus casas, el discurso secundario de la ciencia se construye en la escuela. Es entonces cuando la EC se constituye en un proceso cultural que permite poner en contacto varias visiones de mundo y culturas, en algunos casos, estos contactos pueden no ser muy evidentes, y los reportes de literatura son insuficientes por tanto, se requiere hacer de las aulas de clase de ciencias un espacio de prácticas culturales que propicie la emergencia de esos conocimientos (França, Melo, & Munford, 2011; Lee, 2002, 2005; Maddock, 1981; Molina, 2012; Molina & Utges, 2011; Wilson, 1981).

Estudios de aula

En el apartado anterior, analizamos cómo la cultura y la significación que ella otorga, está estrechamente relacionada con la negociación de significados que realicen los estudiantes en su aprendizaje, conforme a sus culturas de base. A continuación se profundiza en los estudios de aula como escenario de puesta en contacto de los conocimientos CET (Conocimientos Ecológicos Tradicionales TEK en inglés) y CCE (Conocimientos Científicos Escolares).

Los estudios en el aula permiten aportar datos empíricos sobre cómo se presentan en ella los planteamientos teóricos, y mostrar la interacción e integración de los conocimientos. Es en el contexto social del aula de clase, donde se ponen en juego los procesos de negociación de significados, emergencias, incertidumbres, procesos de cambio, los cuales no serían posibles de desarrollar fuera de este contexto (Castro, 2008). Ello permite entender el aula de clase más allá de un lugar físico o un sitio, puesto que es al interior del aula de ciencias donde se llevan a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje, allí se dan las interacciones entre maestros y estudiantes quienes llegan con su conocimiento extraescolar y sus condiciones como sujetos. Lo que suceda en la escuela, determina el éxito escolar, que depende en gran medida de lo bien que un estudiante aprende a negociar las fronteras que separan estos mundos culturales (Cobern & Aikenhead, 1997).

Aunque en la última década se ha aumentado el número de investigaciones en EC siguen siendo poco frecuentes los estudios que involucran la diversidad cultural (Avery & Thomas, 2004; Carter, 2012). Es así como, las diferencias entre culturas se evidencian cuando se ponen en contacto los CCE y los CET, sin embargo, no existen suficientes investigaciones que estudien esta dinámica, especialmente en las aulas de clase por lo que se sabe realmente poco de lo que pasa dentro de ellas (Corsiglia & Snively, 2000; Lee, 2005). Al respecto Crossley (2009) destaca que la investigación educativa ha tomado un giro hacia la búsqueda de la significancia centrada en la práctica y en las experiencias

vividas por los sujetos, reivindicando la atención hacia los participantes principales, es decir, los estudiantes. Entonces, es necesario entender la importancia de los estudios locales, que permiten un análisis exhaustivo de los resultados recabados por los investigadores en contextos locales específicos. Este horizonte de investigación sugiere nuevos escenarios y posibilidades que enriquecen el panorama de investigación en EC, en las aulas de clase actuales (Crossley, 2009).

Para ilustrar esto, Chinn (2012) analiza investigaciones basadas en el lugar, enfocadas en el Conocimiento Pedagógico del Contenido -Pedagogical Content Knowledge- (PCK) de los profesores, encuentra que cuando los profesores de ciencias y los estudiantes difieren significativamente en el lenguaje, la cultura y los valores al incorporar las experiencias de contextos locales específicos arroja resultados positivos. Esto sugiere que la formación de los profesores con el enfoque basado en el lugar podría ayudar a abordar el objetivo general de la educación científica, que es la alfabetización científica para todos los ciudadanos, al tiempo que mantiene en perspectiva la equidad educativa. Un enfoque real, basado en el lugar, posiciona a los profesores como expertos locales que desarrollan un currículo contextualizado a las comunidades de los estudiantes, prácticas y conocimiento local (Chinn, 2012). Varias consideraciones se deben tener en cuenta para profundizar en el análisis de los estudios de aula como su heterogeneidad, los CCE, los CET, tránsito y cruce de fronteras entre CCE y CET temas que se desarrollan a continuación.

Heterogeneidad de las aulas de clase

A nivel mundial, el aumento de la diversidad de estudiantes en las aulas de clase, requiere una nueva dinámica en las investigaciones y estudios. Para ilustrar mejor, en Giné, Martí, Mentado y Prats se detalla cómo en España, el aumento de la población inmigrante, ha cambiado la conformación de las aulas y en la actualidad, los alumnos son considerados un colectivo heterogéneo con un amplio abanico de diferencias sociales, culturales y educativas (p. 69) y a pesar de los esfuerzos del estado por incorporarlos al sistema educativo, existe un déficit de investigación sobre este tema que otorgue herramientas para afrontar con éxito la nueva realidad educativa y social (Giné, Martí, Mentado, & Prats, 2009).

En el caso de Colombia, la heterogeneidad y diversidad se remonta a la composición étnica existente antes de la colonización española (Tovar, 1992); la diversificación en los procesos de colonización y que ha dado como resultado varias regiones ecoculturales (Molina et al., 2014) y los procesos de desplazamiento forzado.

De lo anterior, es necesario no sólo reconocer la diferencia de los estudiantes que llegan a las escuelas, desde el punto de vista de preparación, conocimien-

tos, motivación e interés (King & Ritchie, 2012) y a lo anterior, es necesario sumar elementos geográficos, psicológicos, culturales y de acceso operacional, como reporta Rahm (2012). Es así como la escuela está llamada a reconocer las diferencias y a generar los cambios necesarios para que los sujetos puedan atribuir significado a la información que reciben en las aulas, de forma que se consolide el conocimiento, potenciando el desarrollo de las capacidades de los alumnos (Rahm, 2012; Tourón & Santiago, 2013).

En Colombia, cuya identidad como país diverso se reconoce en la Constitución Política Nacional expedida en 1991, registra un avance en el número de publicaciones que abordan la diversidad cultural en relación con la enseñanza de las ciencias, visto desde las publicaciones de la Asociación Colombiana para la investigación en educación en ciencias y tecnología (EDUCYT) y la revista Tecné, Episteme y Didaxis (TED), siendo las principales categorías referidas hacía el multiculturalismo, multiculturalismo crítico: este hallazgo, sugiere un compromiso con las diferencias, y el intercambio entre las fronteras de las culturas, a diferencia del multiculturalismo tradicional que se enfoca en la trasmisión de conocimientos sin otorgar valor a los orígenes culturales de los sujetos reporta (Rodríguez, 2013).

Ayuda a configurar la importancia de la heterogeneidad y la diversidad cultural vistas como potencialidad y oportunidad en la investigación en EC, el trabajo de Martínez y colaboradores (2013) sobre el conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria, donde determina los ejes DOC (dinamizadores, obstáculo y cuestionamiento), en profesores de primaria: se definen allí, los ejes obstáculo, como aquellos en donde las concepciones obstaculizan el cambio; los ejes dinamizadores, mejoran las propuestas de enseñanza, posibilitan el desarrollo profesional y los ejes cuestionamiento, son dicotómicos y en ocasiones conflictivos (Martínez, Valbuena, & Molina, 2013). Estos ejes DOC facilitan la compresión del papel fundamental de los profesores, quiénes reciben en las aulas de clase la nueva conformación de estudiantes.

Finalmente, la heterogeneidad y las diferencias deben ser vistas como un recurso y una oportunidad más que como obstáculos, por lo tanto, al ser las escuelas el ambiente donde se ponen en juego los conocimientos de los estudiantes, deben ser consideradas un espacio para investigar. A continuación, se analizan los conocimientos científicos escolares y los conocimientos ecológicos tradicionales.

Conocimientos Científicos Escolares (CCE)

El conocimiento surge cuando la persona es capaz de atribuir significado a la información, puede ser mediante la integración de información nueva con

sus experiencias previas para desarrollar un significado personal; es tema de la educación el transformar esa información en conocimiento y que todos los estudiantes pueden hacer el tránsito de sus conocimientos previos y llegar al conocimiento, entender y ser capaces de desempeñarse en ciencias (Aikenhead & Jegede, 1999; Lee, 1999, 2002; Maddock, 1981; Tourón & Santiago, 2013).

En esta investigación se asume el conocimiento escolar en el sentido de Martínez, Valbuena y Molina (2013) como "el originado en la integración didáctica de diferentes formas del saber (científico, ideológico-filosófico, cotidiano, artístico, etc.), que posibilita un proceso de complejización del conocimiento cotidiano de los individuos; y al conocimiento profesional como la integración de diferentes saberes académicos, saberes implícitos, rutinas y guiones, el cual está en apertura a otros referentes, como el de la perspectiva cultural" (Fonseca & Martinez, 2013; Martínez et al., 2013). Este conocimiento escolar, visto desde la perspectiva intercultural, presupone entonces, que los niños y las niñas van a construir significados haciendo uso de los elementos culturales de su cultura de origen, por lo que se debe dar el tránsito entre el mundo cotidiano de los estudiantes y el mundo de la ciencia.

En el contexto urbano, Rahm (2012) reporta cómo los niños y los jóvenes entran en contacto con la ciencia en una variedad de contextos, independientemente de quienes son, con una rica historia de participación de diferentes maneras a través del tiempo y que podrían estar por fuera de las fronteras culturales definidas en la actualidad (Rahm, 2012). Como la diversidad ha llegado a las aulas de clase, en las escuelas urbanas, se presentan tensiones entre las necesidades particulares de grupos de estudiantes específicos, con sensibilidades especiales y las políticas gubernamentales que plantean soluciones homogéneas y que puedan servir a un gran número de estudiantes (Lee, 2002, 2005).

Conocimientos Ecológicos Tradicionales (CET)

La sabiduría ancestral procedente de los pueblos indígenas, permite que algunos eventos sean fácilmente explicables desde el conocimiento tradicional, como es el caso de los principios activos de las plantas empleados en la cultura occidental para el tratamiento de enfermedades; o por lo contrario, algunos conocimientos tradicionales no pueden ser explicados en términos de la ciencia convencional. Algunas técnicas tradicionales de ordenación datan de hace miles de años y ayudan a mantener la armonía entre los asentamientos humanos y los recursos naturales de los que dependen las personas (Pérez-Mesa, 2013).

Corsiglia y Snively (2000) analizan los CET y sus implicaciones para la EC, reconociendo la multiplicidad de definiciones, sin embargo, hacen referencia a estos conocimientos como "la experiencia adquirida a lo largo de miles de

años de contacto directo con el medio ambiente", en su mayoría trasmitida en forma oral y con tendencia a ser integral y presentar el mundo como un todo interconectado (Corsiglia & Snively, 2000).

Investigaciones realizadas con estudiantes de la etnia mapuche muestran la importancia de los conocimientos sobre diversidad vegetal en cuanto constituyen un rico aporte a la formación en estudios universitarios de Ingeniería Forestal, resaltando así cómo el uso de los conocimientos tradicionales tiene un gran potencial en la educación científica intercultural (González-García & Conteras-Fernandez, 2013).

Tránsito y Cruce de fronteras culturales entre CCE y CET

La cultura del que aprende tiene un papel central en la EC, tanto estudiantes como profesores ingresan a las aulas de clase con sus bagajes culturales y sus visiones de mundo, y es en la escuela donde se da el tránsito de los conocimientos de los estudiantes hacia conocimientos científicos escolares. En ocasiones, ese tránsito se realiza en forma fácil, suave y manejable, mientras que en otras esa transición resulta difícil, peligrosa y hasta imposible (Jegede, 1995).

Tobín (1998) revela altos niveles de turbulencia y asincronía en clases de ciencias en contextos urbanos, esto puede ser asimilado como dificultad en el tránsito entre los conocimientos (Tobin, 2013). Es en este momento donde cobran importancia los bordes, o las fronteras culturales pueden ser vistas como barreras, obstáculos ó lugares de resistencia, o por el contrario como un lugar de encuentro o zona de contacto entre conocimientos (Lopes-Scarpa & Frateschi-Trivelato, 2013).

El modelo occidental y la WMS han sido hegemónicos en la educación en ciencias, teniendo un papel preponderante frente a otros conocimientos, en forma casi monocultural (Pérez-Mesa, 2013). La WMS puede ser asimilada como "extranjera" por la mayoría de los estudiantes sin distinción de la comunidad en que viven. Este planteamiento, de la ciencia como extraña, se atribuye a las siguientes razones:

- Existen diferencias entre la forma de vida de los estudiantes y la cultura generalmente acogida por la comunidad científica;
- Existen diferencias entre las visiones de mundo de los estudiantes y la visión comúnmente trasmitida por la ciencia occidental;
- Existen diferencias entre el contexto social del conocimiento del aprendizaje de las ciencias y el contexto de uso del conocimiento.

Al respecto los profesores, Aikenhead y Jegede (1999) proponen un enfoque para superar estas diferencias basado en la premisa de que aprender ciencia

es un evento intercultural para la mayoría de los estudiantes, quienes deben realizar los cruces culturales entre el mundo en el que viven y el mundo de la ciencia escolar, con posibilidad de enfrentarse a conflictos culturales (Aikenhead & Jegede, 1999). Es así como la teoría del aprendizaje colateral permite otorgar sentido a estos conflictos, y los profesores son llamados a facilitar la negociación, resolución y cruce de fronteras culturales de sus estudiantes. Estas transiciones son suaves cuando la cultura de la familia y la ciencia son congruentes; pueden ser manejables si las culturas son algo diferentes; son peligrosas, cuando las culturas son diversas; y son prácticamente imposibles cuando las culturas son muy discordantes. En otras palabras, el éxito en los cursos de ciencias depende de:

- El grado de diferencia cultural que los estudiantes perciben entre su mundo de la vida y de su clase de ciencias;
- La eficacia con que los estudiantes se mueven entre su cultura –mundo de la vida y la cultura de la ciencia o ciencias de la escuela;
- Y la asistencia que reciben los estudiantes en esas transiciones (Aikenhead & Jegede, 1999).

Sobre los estudiantes, ellos negocian transiciones entre las subculturas de su familia, compañeros, amigos con diferentes grados de facilidad; es así como las transiciones pueden ser llevadas a cabo en forma fácil, suave y manejable hasta ocasiones en las que estas transiciones son difíciles, peligrosas y en algunas ocasiones imposibles de realizar.

En resumen, para las personas, independientemente de su cultura de origen, la ciencia occidental puede resultar extraña por muchos tipos de razones: psicológicos, sociológicos y culturales. Ya sea en las aulas, museos o distintos escenarios, aprender la ciencia parece estar determinada por los factores enunciados previamente en este apartado.

Todo ello hace de los estudios de aula un escenario promisorio de investigación en EC, al ser un punto de encuentro entre la teoría y la práctica de la didáctica de las ciencias como disciplina académica. A continuación, se introducen los puentes entre los conocimientos como una manera de posibilitar a los estudiantes los acercamientos entre los conocimientos para lograr una mejor EC.

Puentes entre conocimientos, una manera de facilitar el cruce de fronteras culturales en el aula de clase

El uso de metáforas culturales permite establecer relaciones entre conceptos, tal como ilustran Lubben y colaboradores (1998) al abordar el estudio sobre ca-

lefacción en una comunidad de estudiantes africanos de forma tal que puedan establecer relaciones en el estudio del concepto de calefacción; se destaca en este estudio, el beneficio alcanzado por los estudiantes y se concluye que: Las metáforas culturales pueden influenciar el entendimiento de los conceptos de la ciencia, frecuentemente en forma positiva (p. 762); es preciso anotar también que se encuentran barreras culturales en el aprendizaje de conceptos científicos (Lubben, Netshisaulu, & Campbell, 1998).

Los puentes como metáfora, invitan a pensar en el contacto entre dos partes, en el entrecruzamiento y en los intercambios que se producen hasta mezclarse. Estos puentes pueden darse en diversas formas, como por ejemplo, entre los investigadores, entre el norte y el sur, entre los que formulan las políticas y los que las ponen en práctica, entre propios y extraños, permitiendo el tránsito y el cruce de fronteras culturales (Crossley, 2009; Santos, 2010).

George (2001), reconoce que para muchos estudiantes, entre ciencia y cultura existen muchos lazos y evidencia en ellos diferentes formas de conocer, proponiendo la inclusión de los conocimientos CET en el currículo. Adicionalmente, describen el uso de puentes las clases convencionales de ciencias que permiten a los estudiantes hacer sentido con sus conocimientos tradicionales y poder transitar de un contexto a otro (George, 2001). Lee (1999) describe como para los estudiantes, el conocimiento previo puede servir como puente hacia el nuevo conocimiento, aunque las ideas erróneas pueden obstaculizar el aprendizaje de las ciencias.

Aikenhead y Ogawa en 2007 evidencian la existencia de la categoría de puentes como son los puentes de decolonización entre las ciencias eurocéntricas y dos formas de conocer la naturaleza, indígena y neo-indígena; sostienen además que los "puentes fuertes" se construyen a partir de examinar las cosmovisiones y las epistemologías de los sistemas de conocimiento indígena, neo-indígena y eurocéntrico. Así mismo, hacen énfasis en que los profesores de ciencias deben edificar esos puentes entre el sistema de su propio conocimiento eurocéntrico y otras formas de conocimiento (Aikenhead & Ogawa, 2007). Esta creación de puentes ha sido documentada entre los CET y el conocimiento eurocéntrico y entre los CET y el CCE en comunidades culturalmente diferenciadas. A través de ellos, se hace posible la comunicación entre diferentes conocimientos llevando a la decolonización del discurso de la Enseñanza de las ciencias.

Crossley (2008), hace referencia a la representación de los puentes como una forma de relacionar culturas distintivas, de tipo académico y profesional, de manera que las dos se combinen con una oportunidad de aprendizaje mutuo y permita así el fortalecimiento de las políticas que deben reflejarse en la educación (Crossley, 2008). Estos puentes deben conectar e ir más allá permitiendo

> […] cruzar los límites paradigmáticos y disciplinares, debe permitir el tránsito entre los estudios teóricos y aplicados; entre la política y la práctica; micro, macro y de otro tipo de análisis de especialistas y principales tradiciones de investigación; estudios del pasado y los del presente; las humanidades y las ciencias sociales; y la investigación en el Norte y el Sur (p. 328)

Así mismo, enfatiza sobre la necesidad de un diálogo en la concepción de puente planteada, que permita el flujo de ida y vuelta entre lo teórico y lo práctico, aunque sea difícil de lograr. Considerando la diferencia, en esta perspectiva de puentes entre culturas, se reconoce y valora la diferencia, porque permite lograr un aumento en la sensibilidad hacia las diferentes formas de conocimiento y visiones de mundo de los otros (Crossley, 2008).

Molina y Mojica en 2013, revelan como los puentes entre los CET y los CCE hacen posible la comunicación entre esos dos mundos, lo que requiere el posicionamiento de los dos tipos de conocimiento al mismo nivel. Molina en 2012, establece la necesidad de identificar cómo se entretejen y relacionan los conocimientos tradicionales y científicos escolares para lograr la comprensión de la naturaleza y para ello es necesario tener en cuenta las visiones de mundo de los sujetos, en cuya identificación es fundamental la participación de los profesores (Molina, 2012; Molina & Mojica, 2013).

En suma, la categoría de puentes, conforme ha sido analizada y descrita en este documento, aporta elementos para la EC ya que establece una relación con la diversidad cultural vigente y de gran repercusión en la educación, constituyéndose en una instancia que permite dinamizar la circulación de los conocimientos en beneficio del objetivo final de la EC.

Consideraciones finales

Atendiendo a que la educación tiene como fin último el formar ciudadanos que puedan desarrollar sus habilidades, conocimientos y talentos en servicio de la sociedad, es necesario al enseñar, tener en cuenta, no sólo la perspectiva global, sino también poner el escenario los estudios locales, que aportan una relación más estrecha con la realidad del país y su diversidad cultural.

En ese sentido, las diferencias deben ser vistas como oportunidades más que como obstáculos, para reducir la brecha entre los estudiantes al aprender ciencias. Es por ello que en comunidades culturalmente diferenciadas, al ser abordadas con un enfoque local, se pueden otorgar soluciones que palien los efectos de la desigualdad en EC.

En Colombia, al igual que en el resto del mundo, los estudios de aula pueden contribuir e ir más allá de proveer información sobre cómo es el contacto entre

los CCE y los CET y resultar en el avance de los currículos y la formación de profesores. Estos estudios pueden revelar el interés de que los niños y las niñas experimenten la ciencia, desde su perspectiva cultural propia, de forma que logren la significación de los conceptos científicos.

Los intercambios culturales dinamizan las ideas, por lo tanto, los puentes son una forma de abordar el diálogo que debe existir entre los CCE y los CET, facilitando la exploración de la realidad de las aulas de clase como escenario de contacto entre los conocimientos. En ese orden de ideas, los actores como son los profesores y los estudiantes, retoman su papel protagónico en el escenario educativo. Estos puentes entonces, deben ser puentes fuertes que permitan conectar los conocimientos en respuesta a las nuevas realidades en la educación con una población más heterogénea.

Finalmente, en un sentido prospectivo, es pertinente seguir investigando en las aulas de clase, para dar respuesta a la diversidad cultural del país, a la cual, la educación no puede ser ajena.

Bibliografía

Aikenhead, & Jegede. (1999). Cross-Cultural Science Education: A Cognitive Explanation of a Cultural Phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching, 36*(3), 269-287.

Aikenhead, & Ogawa. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Culture Studies of Science Education, 2*, 539-620.

Avery, D., & Thomas, K. (2004). Blending Content and Contact: The Roles of Diversity Curriculum and Campus Heterogeneity in Fosterin Diversity Management Competency. *Academy of Management Learning&Education, 3*(4), 380-396.

Bustos, E. (2014). La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias (pp.83-101). In A. Molina (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y Cultura: Múltiples aproximaciones*. Bogotá-Colombia: Fondo Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Cabo-Hernández, J., & Enrique, C. (2004). Hacia un concepto de ciencia intercultural. *Enseñanza de las Ciencias, 22*(1), 137-146.

Carter, L. (2012). *Globalisation and Science Education: Global Information Culture, Post-colonialism and Sustainabillity* (B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie Eds. Vol. 1).

Castaño, N. (2014). Las relaciones modernización, educación, conocimiento, poder y la urgencia de construir formas alternativas de pensamiento para la educación en ciencias (pp.123-143). In A. Molina (Ed.), *Enseñanza de las ciencia y Cultura: Múltiples aproximaciones.* Bogota-Colombia: Fondo Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Castro, M. (2008). *Dificultades en la construcción de conocimientos en las ciencias naturales. Un estudio de la Biología de 4º Año de Educación Media*. Universidad de los Andes, Mérida.

Chinn, P. (2012). *Developing Teachers' Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency* (Vol. 1): Springer International Handbooks of Education.

Cobern, W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science and Education, 80*, 579-610.

Cobern, W., & Aikenhead, G. (1997). Cultural Aspects of Learning Science. *Scientific Literacy and Cultural Studies Project. Paper 13*.

Cobern, W., & Loving, C. (2000). *Defining "Science" in a Multicultural World: Implications for Science Education*. USA.

Corsiglia, J., & Snively, G. (2000). Discovery Indigenous Science: Implications for Science Education. 6-34.

Crossley, M. (2008). Brinding cultures and traditions for educational and international development: comparative research, dialogue and difference. *International Review of Education, 54*, 319-336. doi: 10.1007/s11159-008-9089-9

Crossley, M. (2009). Rethinking context in comparative education. *international Handbook of Comparative Education*, 1173-1187.

Eagleton, T. (2001). La idea de cultura. Una mirada política sobre los conflictos culturales. 207 p.

El-Hani, C. N., & Mortimer, E. F. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Culture Studies of Science Education, 2*, 657-702.

Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una visión antropológica. *Boletin de la sociedad colombiana de epistemología III, 10-11*.

Fonseca, G., & Martinez, C. A. (2013). *La Reflexión sobre la práctica y el CDC. Un estudio de caso con profesores de biología en formación inicial*. Paper presented at the IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, Girona. http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_450.pdf

França, E. S., Melo, M. C. d., & Munford, D. (2011). Visões sobre diferenças na sala de aula de Ciências e o ensino sobre Ciências: explorando relações a partir da prática pedagógica de professoras do Ensino Fundamental. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciencias. Atas*. .

Geertz, C. (1986). *Descripción Densa: Hacia una teoría interpretación de las culturas*.: Gedisa Editorial.

George, J. (2001). Culture and Science Education: A Look from the Developing World. *Action Bioscience*(Febrero de 2014).

Giné, N., Martí, E., Mentado, T., & Prats, M. (2009). Nuevos retos para el profesorado de secundaria: formación permanente para la atención a la diversidad en las aulas. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, 2*(3), 67-88.

González-García, F., & Conteras-Fernandez, D. (2013). Diversidad vegetal: de los mapuches a la enseñanza formal chilena. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación. Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 6*(12), 153-167.

Hernández, B. (2014). Contexto cultural y curriculum en la enseñanza de las ciencias (pp 145-164). In A. Molina (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y Cultura: Múltiples aproximaciones*. Bogotá-Colombia: Fondo Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Hodson, D. (1999). Going Beyond cultural Pluralism. Science Education for Sociopolitical Action. *Issues and Trends*, 775-796.

Jegede. (1995). Collateral learning and the Eco-cultural Paradigm in Science and Mathematics Education in Africa. *Studies in Science Education, 25*(1), 97-137. doi: 10.1080/03057269508560051

King, D., & Ritchie, S. (2012). *Learning Science Through Real-World Contexts* (B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie Eds. Vol. 1): Springer International Handbooks of Education.

Lee, O. (1999). Science Knowledge, World Views, and Information Sources in Social and Cultural Contexts: Making Sense After a Natural Disaster. *American Educational Research Journal, 36*(2), 187-219.

Lee, O. (2002). Promoting Scientific Inquiry with Elementary Students from Diverse Cultures and Languages. *Review of Research in Education, 26*, 23-69.

Lee, O. (2005). Science Education and Student Diversity: Synthesis and Research Agenda. *Journal of Education for Students Placed at Risk, 10*(4), 433-440.

Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: Nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(1), 5-12.

Lopes-Scarpa, D., & Frateschi-Trivelato, S. L. (2013). Movimentos entre a cultura escolar e cutura cientifica: análise de argumentos em diferenes contextos. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación. Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 6*(12), 69-85.

Lubben, F., Netshisaulu, T., & Campbell, B. (1998). Students' Use of Cultrual metaphores and Their Scientific Understandings Related to Heating. *Culture and Comparative Studies*, 761-774.

Maddock, M. N. (1981). Science Education: an Anthropological Viewpoint. *Studies in Science Education, 8*(1), 1-26. doi: http://dx.doi.org/10.1080/03057268108559884

Martínez, C., Valbuena, E., & Molina, A. (2013). *El conocimiento profesional que los profesores de ciencias de primaria tienen sobre el conocimiento escolar, en el*

Distrito Capital: un problema de investigación. En El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar. Resultados de Investigación. Bogotá: Doctorado Interinstitucional en Educación Universidad Distrital.

Mckinley, E., & Stewart, G. (2012). *Out of Place: Indigenous knowledge in the Science Curriculum* (B. J. F. e. al Ed.): Springer International Handbooks of Education 24.

Molina, A. (2010). Consideraciones sobre la Enseñanza de las Ciencias y el Contexto Cultural. *Revista Educyt. Asociación Colombiana para la investigación en Educación en Ciencias y Tecnología EDUCyT., 1*(Enero-Junio).

Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: aprender de la diversidad cultural. *Revista Internacional del Magisterio, 57*(6), 78-82.

Molina, A. (2013). *Avances de la línea de investigación Enseñanza de las Ciencias, Contexto y Diversidad Cultural*. Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Retrieved from http://die.udistrital.edu.co/node/1911

Molina, A., & Mojica, L. (2013). Enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación. Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 6*(12), 37-53.

Molina, A., Mosquera, C., Utges, R., Mojica, L., Cifuentes, M., Reyes, J., . . . Pedreros, R. (2014). Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias. 198 p.

Molina, A., & Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. *Revista de Enseñanza de la Física, 24*(2), 7-26.

Mosquera, C. J., & Molina, A. (2011). Tendencias actuales en la formación de profesores de ciencias, diversidad cultural y perspectivas contextualistas. *Tecné, Episteme y Didaxis, Segundo semestre de 2011*(30), 9-29.

Pedreros, R. (2012). Dimensión del Perfil conceptual en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias. In A. Molina (Ed.), *Educación en ciencias y la formación de profesores: avances de investigación en ciencias (pp.113-148)*. Bogotá-Colombia: Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Pérez-Mesa, M. R. (2013). Concepciones de biodiversidad: una mirada desde la diversidad cultural. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación. Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 6*(12), 133-151.

Rahm, J. (2012). Diverse Urban Youth's learning of Science outside School in University Outtreach and Community Science Programs. *Second International Handbook of Science Education, 1*, 47-58.

Rodríguez, L. (2013). Estudios sobre diversidad cultural y enseñanza de las ciencias en Colombia. *Atas. IX Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciencias. IX ENPEC.*

Santos, B. D. S. (2010). *Um Discurso sobre as Ciencias* (7 edicao ed.): Cortez Editora.

Smith, M., & Siegel, H. (2004). Knowing, Believing and Understanding, Whats goals for Science Education? *Science and Education, 13*, 553-582.

Tippins, D. J., June, G., & Britton, S. (2010). Considering the consequences of hibridity: protecting traditional ecological knowledge from predation. *Culture Studies of Science Education, 3*, 349-355.

Tobin, K. (2013). A Sociocultural Approach to Science Education. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación. Edición especial Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural, 6*(12), 19-35.

Toulmin, S. (1972). *La comprensión humana. I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*: Alianza Editorial.

Tourón, J., & Santiago, R. (2013). Atención a la diversidad y desarrollo del talento en el aula. El modelo DT-PI y las tecnologías en la implantación de la flexibilidad curricular y el aprendizaje al propio ritmo. *Revista Española de Pedagogía*(256. Septiembre-Diciembre), 441-459.

Tovar, H. (1992). Colombia: lo diverso, lo múltiple y la magnitud dispersa. *Maguare. Revista del departamento de Antropología de la Universidad Nacional de Colombia.*(2).

Wilson, B. (1981). The Cultural Contexts of Science and Mathematics Education: preparation of a Bibliografic Guide. *Studies in Science Education, 8*, 27-44.

APROXIMACIONES A LA CONCEPTUALIZACIÓN DE TERRITORIO EPISTÉMICO[3]

Liliana Angélica Rodríguez Pizzinato

Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación

DIE - UD

Introducción

Este texto explora la idea de territorios epistémicos con el fin de observar como éstos son configurados por los estudiantes de práctica docente motivo de la investigación doctoral. El trabajo se ubica en el campo del pensamiento del profesor, particularmente en la etapa que Valcárcel & Sánchez (2000) denominan de formación básica y socialización profesional, para diferenciarla de la formación del profesor principiante o etapa de inducción profesional y socialización en la práctica, que abarca los primeros 3 o 5 años de ejercicio y de la formación permanente o etapa de perfeccionamiento.

Este campo ha sido abordado por la línea de investigación Enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural, especialmente en las dos últimas etapas mencionadas, por lo cual, la investigación se constituye en un aporte en relación con la formación inicial de los profesores, planteando una categoría "nueva" como la de territorio epistémico. La identificación entonces, de los territorios epistémicos que configuran los practicantes, es una oportunidad para entender las relaciones con su experiencia escolar, la que le ofrece la universidad y con la que se encuentra en la escuela.

En tal sentido, el texto presenta algunas aproximaciones sobre la conceptualización de territorios epistémicos, reconociendo la importancia de la diversidad en las formas de comprensión de la enseñanza de las ciencias naturales y sociales desde la perspectiva del profesor en formación, de acuerdo con las posibilidades que tienen ellos de diseñar distintas rutas cognitivas y de acción, en las que privilegian unos referentes teóricos, prácticos, axiológicos frente a otros.

Territorios y conocimientos. Aproximaciones, convergencias y divergencias

La consideración del territorio como analogía, permite aprovecharla como un recurso cognitivo que favorece comparaciones de un concepto o una expresión

3. Este trabajo se desarrolla en el marco del Doctorado Interinstitucional en Educación, Sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas y se inscribe en la línea de investigación Enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural. Correo electrónico: liliana_pizzinato@yahoo.com

de un campo de conocimiento en otro, con la intención de sugerir paralelos con otros elementos y facilitar su comprensión. En esta perspectiva, se presentan en primer lugar algunos usos del término territorio asociado al campo del conocimiento y en segundo lugar, se acude a su visión geográfica, la cual se traslada a este campo para hablar de territorios epistémicos.

Expresiones como mapa conceptual, mapa mental, ecología conceptual, ecología de saberes, mapa cognitivo, se identifican con el carácter espacial del territorio, pero hacen alusión a elementos cognitivos, en cuanto a sistemas de representación del conocimiento, empresas intelectuales, diversidad epistemológica en el mundo y estructuras mentales de los sujetos sobre el entorno, respectivamente. Cada una de estas relaciones entre territorios y conocimientos, plantean unas características e intencionalidades, que podrían resolver problemas de la cotidianidad personal y/o escolar de los sujetos.

El mapa conceptual, propuesto por Novak & Gowin (1988), es estructurante en relación a cómo el sujeto aprende y a las acciones pedagógicas que despliega; así, estos autores lo plantean como estrategia, método y recurso. Como estrategia se plantea para ayudar a los estudiantes a aprender a partir de la organización de los materiales como objeto de aprendizaje, como método ayuda a estudiantes y profesores a comprender el significado de dichos materiales y como recurso, es un medio para representar un conjunto de significados a través de la relación entre conceptos y sus conectores. Estos planteamientos se apoyan en la idea de estructura cognitiva de Ausubel, Novak &Hanesian (1989), en la que se disponen e interrelacionan una serie de elementos conceptuales, que le permite al estudiante y al docente, definir el grado de conocimiento de un tema, en relación con la significación de un material nuevo y de su adquisición para constituirlo en un aprendizaje significativo.

El mapa mental por su parte, propuesto por Buzan (1996), es un recurso gráfico que integra el uso de los dos hemisferios del cerebro, posibilitando al sujeto una mayor capacidad de comprensión y aprendizaje, en otras palabras es "una representación gráfica de un proceso integral y global de aprendizaje que facilita la unificación, diversificación e integración de conceptos o pensamientos para analizarlos y sintetizarlos en una estructura creciente y organizada, elaborada con imágenes, colores, palabras y símbolos" (Ontoria, 2003: 40).

Tanto el mapa conceptual como el mental, se constituyen en organizadores gráficos del conocimiento, que permiten en el ámbito escolar a los sujetos (estudiantes o docentes), que por sí mismos identifiquen las estructuras propias de organización y complejización del conocimiento, así como la de los otros, determinando las transformaciones que se van produciendo en términos de aprendizaje.

En cuanto a la ecología conceptual planteada por Toulmin (1977), se refiere al contenido intelectual de cualquier actividad racional, que no define un único sistema lógico, lineal y secuencial, sino que es una "empresa intelectual cuya racionalidad reside en los procedimientos que gobiernan su desarrollo y su evolución históricos" (Toulmin, 1977: 96). En este sentido, la empresa intelectual, es una organización vital en la que los conceptos hayan su uso histórico y colectivo a través del lenguaje.

En este contexto, la noción clásica de territorio que alude soberanía, delimitación y apropiación a nivel de conocimiento, plantea el problema de la comprensión humana, de reconocer las bases de la autoridad intelectual, las cuales no pueden ser abarcadas por ninguna disciplina aislada, ya que los "límites entre diferentes disciplinas académicas son ellos mismos una consecuencia de las actuales divisiones de la autoridad intelectual, y la justicia de estas divisiones es precisamente una de las principales cuestiones que es necesario abordar de nuevo" (Toulmin, 1977: 23), en la cual la confianza epistémica es fundamental para definir el realismo de las elaboraciones teóricas y la efectividad de sus aplicaciones prácticas.

La ecología de saberes propuesta por De Sousa Santos (2010), presupone la idea de una diversidad epistemológica del mundo, el reconocimiento de la existencia de una pluralidad de conocimientos más allá del conocimiento científico. Así, "no solo hay muy diversas formas de conocimiento de la materia, la sociedad, la vida y el espíritu, sino también muchos y muy diversos conceptos de lo que cuenta como conocimiento y de los criterios que pueden ser usados para validarlo" (De Sousa Santos, 2010: 50). Por ello, la ecología de saberes busca una consistencia epistemológica para un pensamiento propositivo y pluralista.

Finalmente, el mapa cognitivo propuesto por Lowenthal (1967), es un organizador de conocimiento de información espacial, planteando un sistema de representación subjetivo que desarrollan las personas, para facilitar sus procesos de relación con su entorno próximo o distante. Este tipo de dispositivo mental no solo orienta a diario nuestros desplazamientos, sino que posibilita representar la información respectiva como pequeños sistemas de conocimiento. Cada una de las expresiones planteadas aluden, como se mencionó al comienzo, a relaciones entre territorios y conocimientos, que permitirían pensar en la noción de territorios epistémicos, como áreas que demarcan campos de conocimiento y de acción representativos para los sujetos, en los cuales se reconoce la diversidad, pero igualmente la interdependencia en los mismos.

Lo anterior, muestra el sentido de tomar la idea de territorio para hablar del conocimiento del profesor en formación, dada la preocupación reciente en la investigación educativa (últimos 20 años) por la formación del profesorado

como señala Mellado & González (2000), evolucionando de los paradigmas que miran al profesor desde la racionalidad técnica, es decir, como instructor y transmisor de conocimiento, hacia paradigmas que reconocen la validez del "pensamiento del profesor, asumiéndolo como un sujeto reflexivo que tiene concepciones, emite juicios, toma decisiones, genera rutinas y conocimiento práctico propio de su desarrollo profesional" (Mellado, et al., 2000: 537).

La práctica docente que se desarrolla en la etapa de formación inicial (pregrado), se caracteriza por considerar la existencia de un Conocimiento Personal del Profesor (CPP) y un Conocimiento Científico del Profesor (CCP). El primero, considera que los profesores en formación en sus estudios universitarios poseen "conocimientos, concepciones, actitudes y roles sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, fruto de los muchos años que han pasado como escolares, sobre los que es necesario reflexionar durante la etapa de formación inicial para a partir de ello construir nuevo conocimiento" (Mellado, et al., 2000: 539). El segundo, se va "formando en su experiencia de aprendizaje, pero se modifica en el proceso de enseñar influido por la manera como aprenden los estudiantes ciencias" (Mellado, et al., 2000: 538).

Estos dos componentes resultan importantes ya que se reconocen como válidas las creencias de los profesores en formación sobre su profesión, dado que las CPP se adquieren en forma natural y no reflexiva de las propias experiencias escolares; por ello, son más estables cuanto más tiempo llevan haciendo parte del sistema de creencias de la persona, pudiéndose constituir en verdaderos obstáculos para la formación. Por otra, el CCP es un conocimiento distinto del científico, que les permite a los profesores transformarlo en representaciones comprensibles para los estudiantes; sin embargo, en este ámbito también se pueden presentar dificultades de acuerdo con las visiones de la ciencia que asumen los estudiantes para profesor.

Así mismo, en la perspectiva estadounidense, Bianchini (2012) comparte una visión diferenciada entre los docentes principiantes con sus homólogos de pregrado y aquellos que están en servicio, presentándose un aumento de los estudios en cada una de estas etapas particularmente aquellos que tienen que ver con la formación inicial de los profesores; identificándose otras líneas de trabajo en relación con la formación inicial docente: 1) conocimiento profesional del profesor (Porlán, Rivero & Martín del Pozo, 2000); 2) conocimiento científico de los profesores (Mellado & González, 2000); 3) conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1986); 4) epistemología del profesor (Pope & Scott, 1983; Porlán, 1997); 5) enseñanza del aprendizaje para enseñar (Bianchini & Brenner, 2010); 6) enseñanza equitativa de las ciencias (Bianchini, 2012).

En este marco, resulta relevante la caracterización de los territorios epistémicos de los estudiantes para profesor, cuya acción en contexto permite la cons-

trucción de epistemologías distintas a las de docentes en ejercicio, definiendo rutas pedagógicas diversas que evidencian una relación muy fuerte entre estas y los procesos de enseñanza que desarrollan, que podrían incidir tanto en una lectura y reflexión distinta de las prácticas pedagógicas, como en las relaciones que tejen los miembros de las comunidades educativas.

En relación con el segundo tópico expuesto, sobre la visión geográfica del territorio y su traslado al campo del conocimiento, para hablar de territorios epistémicos, se realiza un paralelo entre el territorio desde una perspectiva espacial y otra cognitiva (Cuadro 1). Para ello se exploran elementos que se identifican en la visión geográfica del primero que pueden ser abordados en el ámbito epistémico con el segundo, para descubrir esas relaciones entre saberes que los sujetos van construyendo y que definen territorialidades cognitivas en sus formas de comprender el mundo.

Cuadro 1. Territorio como analogía del conocimiento

CRITERIOS DE COMPARACIÓN	DIMENSIÓN ESPACIAL	DIMENSIÓN COGNITIVA
	Como expresión de las relaciones de poder que definen territorialidades específicas a nivel físico, político administrativo, simbólico (Taylor, 1994).	Se pueden descubrir territorialidades epistémicas en:
		*Territorios de conocimiento protagónicos y jerarquizados
		*Narrativas hegemónicas y ancestrales que circulan en el aula de clase
		*Paradigmas de acceso a los conocimientos
		* Selección de objetos y prácticas de la cultura
Concepción	Es localizable en el espacio, definiendo límites y fronteras físicos, político administrativos, simbólicos (Santos, 2009). Es importante entender el límite como el componente fijo en el espacio que demarca separación, a diferencia de la frontera que es el espacio de encuentro de múltiples ordenes posibles.	Tendría un lugar de enunciación que define límites y fronteras en relación con los conocimientos. El límite permitiría identificar áreas comunes y "fijas" de pensamiento, mientras que la frontera al ser móvil se acercaría al contexto cultural al que pertenece el sujeto e incide en los discursos que elabora (Molina & Utges, 2011).
Características	Es fuente de información ya que es un emisor de señales y signos sensibles a los sujetos a través de sus sentidos (Montañez, 1997).	Las narrativas que circulan en el aula de clase, poseen unos códigos que pueden ser leídos para identificar los territorios cognitivos que se elaboran (Molina, 2007; Molina, 2007)
	Tiene un palimpsesto en las huellas que quedan en las escrituras y reescrituras que se dejan en el territorio (Dollfus, 1990).	Las huellas en el pensamiento de los docentes en formación identificando las permanencias de creencias, conocimientos intuitivos y ancestrales, así como de conocimientos académicos (Portilla, 2002; Mosquera, 2011; Delgado, 2013).
	Se pueden determinar distintas escalas geográficas, como relaciones de magnitud que muestran niveles en la configuración de territorios y territorialidades locales, regionales, nacionales y mundiales (Gurevich, 2005).	Se podrían identificar relaciones de magnitud a nivel las relaciones con el conocimiento que expresan en sus discursos los profesores en formación (Murillo, 2006; Caraballo, 2004; Pogré & Merodo, 2006; Jamil, 2006; Gautier, 2006).

Fuente: Elaboración propia

* *Sobre su concepción*. El territorio espacial expresa una serie de relaciones de poder que definen territorialidades específicas a nivel físico, político administrativo y/o simbólico, que a nivel epistémico pueden definir: 1) territorialidades entre territorios de saberes protagónicos, hegemónicos y jerarquizados, frente a saberes periféricos, tradicionales y marginales que circulan en el aula de clase; 2) paradigmas de acceso a los saberes y selección de objetos y prácticas de la cultura, en las que está presente la dicotomía entre mundo de la vida y mundo de la ciencia, que podría tener un acercamiento pensando que "la cultura abarca el conjunto de los procesos sociales de significación, o, de un modo más complejo, la cultura abarca el conjunto de procesos sociales de producción, circulación y consumo de la significación en la vida social" (García, 2004: 34), en la cual los procesos de significación reconocidos producto de consensos colectivos permite resignificar objetos, hechos, acontecimientos y fenómenos considerados de una manera o de otra de acuerdo al lente cultural con que se los mire.

Por otra parte, el territorio desde la perspectiva espacial es localizable definiendo límites y fronteras físicas, político administrativas y/o simbólicas. Los límites se entienden como componentes fijos que demarcan separación, mientras que las fronteras se consideran espacios dinámicos de encuentro de múltiples órdenes. Los territorios epistémicos, por su parte, tendrían un lugar de enunciación que define límites y fronteras en relación con los saberes que tiene el sujeto. Así, el límite permitiría identificar áreas comunes y "fijas" de pensamiento, mientras que la frontera al ser móvil se acercaría al contexto cultural al que pertenece el sujeto e incide en los discursos que elabora. La frontera adquiere otros significados, el de especialización y progreso, "las disciplinas crean sus propios dominios a medida que crean su propia tradición y se da una acumulación de conocimiento a través de un proceso de división del trabajo, como forma de realizar un análisis más detallado de un determinado fenómeno social" (Ortiz, 1998: 169). En tal sentido, se asume la cultura como un entramado de sentido, significado y valor construido y recreado constantemente por cada sujeto. Así se puede afirmar que el pensamiento no sucede solo en su cabeza, sino que está acompañado del sistema semiótico que acuerdan las sociedades en sus esquemas culturales o "racimos ordenados de símbolos significativos" en palabras de Geertz (2003), que le permite a los sujetos como individuos y como grupo desenvolverse en el mundo, que de no establecerse les generaría una gran dificultad para "ser y estar" en él.

* *Sobre sus características*. El territorio espacial es fuente de información, ya que es un emisor de señales y signos sensibles a los sujetos a través de sus sentidos. Por su parte, en los territorios epistémicos se expresarían las narrativas que circulan en el aula de clase, las cuales poseen unos códigos que pueden ser leídos para identificar los territorios cognitivos que elaboran los docentes

en formación, de acuerdo a los contextos culturales de las personas. Para ello, es necesario despojarse de la visión de la Cultura con mayúscula ubicada en el debate de lo universal y la cultura con minúscula relacionada con el debate de lo particular, como afirma Eaglenton (2003), para darle al debate académico un carácter político que le permita a los sujetos en la escuela vivir como diferentes en un "único" mundo, ya que las culturas son más que debates académicos, son tensiones, encuentros y/o desencuentros que se expresan en la cotidianidad de los sujetos.

Otra característica del territorio espacial, se refiere al palimpsesto que tiene, es decir, las huellas que quedan en las escrituras y reescrituras que se dejan en el territorio, que el caso de los territorios epistémicos podrían ubicarse en las huellas en el pensamiento de los docentes en formación, identificando las permanencias de creencias, saberes intuitivos y tradicionales así como académicos y científicos. Este planteamiento permitiría reconocer en palabras de León, et al. (2009) un pluralismo teórico como exigencia de la autonomía intelectual, para evitar la adscripción a determinada corriente de pensamiento en particular y posibilitar la divergencia conceptual, pluralidad de razones o la diversidad epistémica propuesta por Molina & Mojica (2013). Por otra parte, los atributos del territorio espacial hoy exaltan su complejidad, historicidad, fragmentación, desigualdad, diferencia, relaciones multidimensionales y multiescalares que en el caso de los territorios epistémicos, posibilitan la identificación de archipiélagos de saberes que se ubican de manera independiente pero complementaria, es decir, un reservorio de creencias, prácticas, conceptos a los que se acude para "echar a andar" una clase.

Así, se consideran los territorios epistémicos como realidades epistémicas relacionadas con los modos de conocimiento, de comprensión, interpretación y acción de ellas, que "en tanto patrimonio y en tanto testimonio, tienen en la actualidad un gran valor socio histórico para la comprensión de identidades e imaginarios sociales" (Vergara, 2010: 163). Por otra parte, se relacionan con sistemas culturales que se construyen tanto en los esquemas de sentido en la vida cotidiana y en el mundo de la ciencia, definidos por el sujeto individualmente y en acuerdo no necesariamente consciente con los otros, en el cual las ideas culturalmente significativas no están presentes únicamente en el conocimiento como lo hemos aprendido, sino en el saber como expresión de la historia del sujeto, en otras palabras, "cuando alguien expone lo que sabe narra su ser, habla de su historia" (Zambrano, 2007: 93). Esto, se relaciona con la visión de cultura académica entendida como el "conjunto aprendido de las interpretaciones compartidas, docentes y profesionales, que integran creencias, normas, valores y conocimientos, y que determinan el comportamiento de un grupo de profesores que actúan en un ámbito determinado de un tiempo dado" (Milicic, 2007: 265). En este sentido, el profesor en formación puede interac-

tuar con diferentes culturas académicas, las que hacen parte de su proceso de escolarización primaria y secundaria, las que le ofrece la universidad y la escuela, que a su vez interactúan con su historia, biografía y características de aprendiz. Así, en la cultura académica de los sujetos están presentes creencias, ideologías, juicios éticos, construidos desde los contextos culturales en los cuales han desarrollado sus vidas.

Territorios epistémicos: conceptualización

La categoría de territorio geográficamente hablando se ubica en el siglo XVII con el Tratado de Wefalia (1648), que define el inicio de un nuevo orden en Europa Central, basado en el concepto de soberanía nacional e integridad territorial, principios que sustentan el surgimiento de los Estados-nación. Esta visión moderna, plantea la "existencia de una instancia central a partir de la cual son dispensados y coordinados los mecanismos de control sobre el mundo natural y social. Esa instancia central es el Estado, garante de la organización racional de la vida humana" (Castro-Gómez, 2000: 2); es un control racional y absoluto del sujeto se desarrolla bajo la guía segura del conocimiento.

En este sentido, el proyecto de organización y control de las sociedades, se establece como único, universal, monolítico y homogéneo, en el cual la ciencia tiene todos los caminos y todas las respuestas. Así, en palabras de Inmanuel Wallestein (1991), las ciencias sociales cumplen un papel fundamental en la capacidad de ejercer control sobre la vida de las personas, al generar una "plataforma de observación científica sobre el mundo social que se quería gobernar, para definir metas colectivas a largo y a corto plazo y construir y asignar a los ciudadanos una identidad cultural" (Castro-Gómez, 2000: 2). Por esto, el autor afirma que el proyecto fundacional del Estado-nación, se lleva a cabo mediante la implementación de instituciones legitimadas por la letra (escuelas, hospicios, talleres, cárceles) y los discursos hegemónicos (mapas, gramáticas, constituciones, manuales, tratados de higiene), que reglamentan la conducta de los actores sociales, estableciendo fronteras entre unos y otros y transmitiendo la certeza de existir adentro o afuera de los límites definidos por esa legalidad institucional.

El territorio en este marco, es una categoría en la que se valida la dominación, la existencia de límites, de unidades existentes con total independencia, de discursos hegemónicos producidos desde el centro hacia la periferia, situación que se transforma a finales del siglo XX, cuando la sociedad contemporánea adquiere una nueva configuración, producto de un "conjunto de fenómenos económicos, políticos y culturales que transcienden las naciones y los pueblos" (Ortiz, 1998: 17). Así, la globalización se fundamenta en el movimiento de las partes, y cada una de ellas, en su integridad actuaría en el contexto mundial.

En tal sentido, la soberanía del territorio, se ve afectada por una sociedad global, es decir, una totalidad que penetra y atraviesa las distintas formaciones sociales existentes en el mundo que estaría formado por un "conjunto de civilizaciones que interactúan entre sí. En este caso, la civilización occidental, una entre tantas otras, tiene un papel destacado al imponer sus patrones de dominación junto a otros núcleos civilizatorios. La argumentación preserva, por lo tanto, la independencia de las culturas: cada una de ellas gira en torno de su propio eje, difundiendo sus rasgos fuera de su territorio original" (Ortiz, 1998: 19).

Asistimos entonces, a un mundo en el que la multiplicidad, fragmentación, diferencia, transnacionalidad, descentralización de la gestión se instalan con fuerza, en el que además hay un desplazamiento de la mirada científica de la sociedad, dando cabida a otras formas de racionalidad. Por ello, "debemos entender que la modernidad-del mundo se realiza a través de la diversidad. La modernidad está constituida por un conjunto en el cual el todo se expresa en la individualidad de las partes. Diversidad y semejanza caminan juntas, expresando la matriz modernidad-mundo en una escala ampliada" (Ortiz, 1998: 24).

Plantear la cuestión de esta manera, permitiría superar el problema de la homogenización de la cultura, o en palabras De Sousa Santos (2009) superar el pensamiento abismal occidental, entendido como un sistema de distinciones visibles e invisibles, siendo líneas radicales que dividen la realidad social en dos universos, el universo de "este lado de la línea" y el universo del "otro lado de la línea", es decir, la consideración de que en un lado de la línea hay conocimiento real con unas formas de verdad científica y en el otro no los hay.

Los aspectos mencionados, son fundamentales en la consideración de la emergencia de una categoría como la de territorios epistémicos, que asumiría la existencia de campos independientes de conocimientos y acciones que se interconectan a nivel afectivo y cognitivo, para hacer de la enseñanza un proceso más eficaz y significativo. La naturaleza entonces, de los territorios epistémicos se encontraría en el sentido y significado de las interconexiones, aspecto que no ha sido explorado y justifica la investigación doctoral.

Lo anterior, se ilustra en el campo del conocimiento, en el

> […] pensamiento abismal en conceder a la ciencia moderna el monopolio de la distinción universal entre lo verdadero y lo falso, en detrimento de dos cuerpos alternativos de conocimiento: la filosofía y la teología. El carácter exclusivista de este monopolio se encuentra en el centro de las disputas epistemológicas modernas entre formas de verdad científicas y no científicas. (De Sousa Santos, 2009: 33).

Las tensiones entonces, continúa diciendo el autor entre ciencia, filosofía y teología, son altamente visibles en este lado de la línea, pero su "visibilidad

se erige sobre la invisibilidad de formas de conocimiento que no pueden ser adaptadas a ninguna de esas formas de conocimiento. Me refiero a conocimientos populares, laicos, plebeyos, campesinos o indígenas al otro lado de la línea. Desaparecen como conocimientos relevantes o conmensurables porque se encuentran más allá de la verdad y de la falsedad" (De Sousa Santos, 2009: 33). En la práctica docente a nivel de analogía, se hace evidente "este lado de la línea", con un conocimiento sistemático que aportan las ciencias naturales y sociales, con el carácter científico de las mismas en su conocimiento y método, frente al "otro lado de la línea", con un conocimiento asistemático, enmarcado en creencias, opiniones, comprensiones intuitivas o subjetivas de los practicantes, sobre la enseñanza, aprendizaje y profesión docente. Este proceso, da cuenta de la tensión entre tradiciones regionalizadas de las ciencias sociales Ortiz (1998) y emergencias diferenciadas en función de los lugares de producción del conocimiento.

En tal sentido, se podría hablar de una territorialización del conocimiento, en tanto, es posible "categorizar, es decir, hablar de la condición o cualidad de una cosa, y clasificar, es decir, referirse a un ordenamiento o sistematización" (Nates, 2011: 4), elementos que podrían ser identificados en los practicantes, teniendo en cuenta que sus creencias e ideas sobre la profesión docente, están cargadas de acciones, por ello, las categorizaciones y clasificaciones, como indica Nates (2011) son elaboradas por los sujetos para intervenir el mundo practicado y vivido, es decir, que en el territorio epistémico se funden conocimiento y acción.

La categoría de territorios epistémicos entonces, sin tomarla de manera literal, y más como son abordados por la Sociología de las Ausencias de Santos (2010) y la Antropología Contemporánea de Nates (2011), se entienden como un área que demarca campos de conocimiento representativos para los sujetos, en los cuales se reconoce la diversidad pero igualmente la interdependencia de dichos campos, cercano al planteamiento de Santos (2010), sobre la ecología de saberes basados en el "reconocimiento de la pluralidad de conocimientos heterogéneos, siendo la ciencia moderna uno de ellos, y en las interconexiones continuas y dinámicas entre ellos sin comprometer su autonomía" (Santos, 2010: 49).

Así, los territorios epistémicos considerados aquí, prevén la existencia de límites y fronteras que permiten identificar conjuntos de saberes independientes, pero a la vez intercomunicados, es decir, que en dicha ecología de saberes el conocimiento es como lo indica el mismo autor "interconocimiento". En esta perspectiva, "no hay conocimiento que no sea conocido por alguien para un propósito" (Santos, 2010: 54), de tal manera, que los territorios epistémicos permiten apreciar no solo un componente cognitivo, sino de acción definido por el conocimiento, que dicho de otra manera, es una "práctica de saberes

que permiten o impiden ciertas intervenciones en el mundo real" (Santos, 2010: 55).

Pensar en las relaciones existentes entre lo que piensa y hace el estudiante en formación al configurar un(os) tipo(s) de territorio(s) epistémico(s), que le posibilita tomar distintas decisiones en su actividad docente, permitiría identificar qué elementos constituyen y motivan su actuación para definir una acción educativa en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales y sociales, más consciente y propia, producto de la interacción social universitaria.

En este sentido, se asume el contexto como acción, como práctica epistémica de acuerdo con el enfoque de León, et al. (2009), entendida como un tipo de práctica social, cuyas acciones son guiadas por las representaciones explícitas, es decir, creencias, teorías y modelos que tienen los sujetos, pero que incluyen también una estructura axiológica, que hace girar de alguna manera la consideración del territorio epistémico, desde una perspectiva únicamente conceptual desprovista de valores, creencias y todo lo que afecta al sujeto en su proceso de vida.

De esta manera, se reconoce que el territorio epistémico es un espacio de conocimiento y acción con una doble condición, en cuanto a los límites que se pueden establecer entre los enfoques teórico-conceptuales y los valores que se configuran y las fronteras que posibilitan la interacción entre los mismos. Por ello, el territorio epistémico no solo se constituye con los campos de conocimiento propios de la profesión, sino con las actividades prácticas socialmente valoradas, en las que la cognición distribuida en términos de Cole y Engrestrom (2001), aporta la visión de un conocimiento producido no solo en la cabeza de los sujetos sino en los procesos comunicativos que se desarrollan entre ellos.

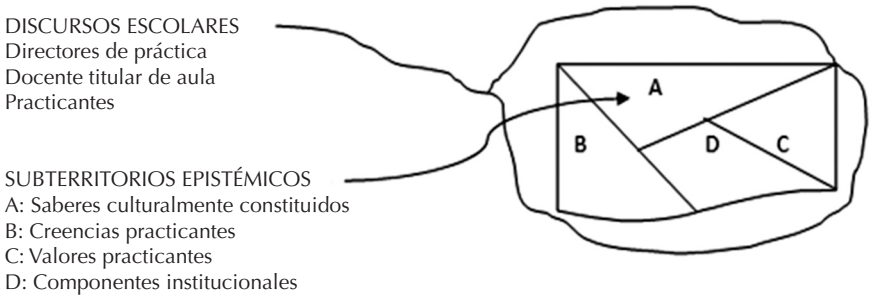
En el caso de la formación inicial los estudiantes de licenciatura, tienen un acumulado en su experiencia escolar que seguramente juega un papel importante en los contextos de acción para configurar sus territorios epistémicos, en este sentido, las investigaciones sobre la concepción pedagógica personal indican que "los profesores en formación comienzan sus estudios con unos conocimientos, concepciones, actitudes y roles sobre la ciencia y su enseñanza y aprendizaje, fruto de los muchos años que han pasado como escolares, sobre los que es necesario reflexionar durante la etapa de formación inicial para a partir de ella construir nuevo conocimiento" (Valcárcel & Sánchez, 2000: 539), insumos necesarios para la comprensión sobre la manera de abordar la enseñanza en la escuela por parte de los estudiantes en etapa de formación inicial.

En el ámbito específico de la formación universitaria y particularmente de la práctica docente, el estudiante se enfrenta a una tensión entre varios componentes que ayudan a configurar el(os) territorio(s) epistémico(s) de esta: sus creencias sobre la educación, pedagogía, enseñanza y aprendizaje, las prác-

ticas socialmente legitimadas en el desenvolvimiento en el aula, los discursos presentados por los directores de práctica, aquellos que circulan en la escuela con los profesores titulares de los cursos en los que como practicantes desarrollan su actividad docente, así como los componentes institucionales del Proyecto Educativo Institucional, Proyectos Transversales, Planes de aula, Manual de Convivencia, entre otros.

Lo anterior, se podría ilustrar a través de una analogía con una representación espacial de carácter geográfico denominada anamorfis geográfica, que muestra cuando "las superficies de las zonas representadas no son proporcionales a la realidad, sino a la magnitud del fenómeno representado" (Joly, 1988: 73). En este sentido, el contexto como acción en el territorio epistémico, podría mostrar conglomerados de relevancia diferenciados en los elementos que utiliza el practicante para la toma de decisiones en su actividad docente, en el marco de la interacción social, es decir, donde actúa y donde desarrolla sus acciones (Gráfico 1).

Gráfico 1 Contexto como acción en el territorio epistémico



Fuente: Elaboración propia

Estos elementos se constituyen en parte de la investidura pedagógica de los estudiantes en formación en la que confluyen miradas sobre 1) la disciplina; 2) la pedagogía del saber que se trabaja; 3) la razón de ser de la profesión; 4) la concepción didáctica de enseñanza y aprendizaje; que generan trayectorias en las creencias, teorías, concepciones y práctica epistémicas específicas en ellos. Así, el practicante vincula sus ideas, creencias, representaciones y saberes con la actividad docente que adelanta; esto a su vez se visibiliza en espacios físico sociales que se podrían considerar como otra dimensión de los territorios epistémicos, es decir, que la acción contextual se desarrolla en un ámbito concreto como el aula, espacios públicos o privados de la escuela, en los cuales se expresan formas de conocer y la legitimidad que se otorga a las mismas.

Por ello, reconocer el papel del contexto como acción en la configuración de los territorios epistémicos de los futuros licenciados en ciencias sociales y ciencias naturales, permitiría dignificar la situación del practicante para valorar sus experiencias y trayectorias, dado que hay unas relaciones de poder que plantean territorialidades en las tensiones que generalmente invisibilizan al estudiante, que no permiten desplegar sus propias elaboraciones y marcos de acción, ya que hay un mayor énfasis en los discursos oficiales de la institución escolar básica, media y universitaria, los discursos de los directores de práctica y de los titulares de aula, frente a las creencias y prácticas de los practicantes.

Reflexiones finales

La categoría de territorio presentada, se podría asumir como un concepto polisémico tanto en el campo espacial como en el cognitivo, por ello, en el primero, al ser entendido como un "espacio apropiado que permite a los sujetos y las comunidades en general, validar su desarrollo cultural, pertenencia e identidad" (Bustos, 2014: 87); los pensamientos y acciones dan sentido al territorio y convierten el territorio en principio fundamental de la identidad de un grupo, que en el segundo campo, se expresa en la negociación de lenguajes, en los que las categorías y clasificaciones, mostrarían la delimitación del territorio epistémico.

En tal sentido, la diversidad epistémica y axiológica es la fuente de intercambio de conocimientos, en la cual la "territorialización de éstos no constituye sólo un punto, sino una malla con todos sus entramados y dimensiones que marque la naturaleza y localización de los intercambios, es decir, "desde dónde", "con quién", "con qué" y "qué se habla" (Nates, 2011: 12).

Continuando el plano de la comparación, según Bustos (2014) el territorio y la territorialidad implican interacciones ecosistémicas y culturales que incluyen formas organizativas sociales, económicas y productivas propias, que generan formas de configuración diferenciadas en los territorios, con niveles diferentes de apropiación y dominación. En el plano del conocimiento, por su parte, se destacan dos aspectos centrales en el entendimiento de las categorías y clasificaciones, tanto como sistema cuanto como partes autónomas: como "*algo* que hace medio para el conocimiento que generan y por las que son generadas y, por otra parte, la práctica social en la que se ponen de manifiesto y cobran significado" (Nates, 2011: 14).

Así, una forma de territorialización del conocimiento-acción presente en la práctica docente, corresponde a la capacidad de nombrar lo que desarrolla el practicante a través de categorías y clasificaciones; como indica Nates (2011), "es posible realizar una representación simplificada de la realidad, posibilitan-

do tomar con mayor cercanía y por tanto entender de manera más próxima, las cosas del mundo"; la diferencia de estas palabras con las demás, continúa diciendo la autora, está en que al condensar la naturaleza y las simbolizaciones, simplifican la realidad, y "aunque estas afirmaciones dan idea de una representación abstracta, su valía final radica en que son elaboradas con el único objetivo de intervenir en el mundo practicado, vivido" (Nates, 2011: 5).

> El ejercicio de clasificar y categorizar las generalidades y particularidades encuentra su base configurativa en el valor de la experiencia, la descripción, la explicación, la interpretación y en el reconocimiento de la diversidad cultural, cuidando de no caer en las frecuentes naturalizaciones a que se ha tendido a menudo, al reducir la lectura de la diversidad cultural al relativismo cultural (Nates, 2011: 6).

Lo anterior, se relaciona nuevamente con la ecología de saberes, basada en la idea de que es necesario revalorizar las intervenciones concretas en la sociedad y en la naturaleza que los diferentes conocimientos pueden ofrecer. Sin embargo, según De Souza Santos (2010), más que suscribir una jerarquía única, universal y abstracta entre conocimientos, dicha ecología favorece jerarquías dependientes del contexto, a la luz de resultados concretos pretendidos o alcanzados por diferentes prácticas de conocimiento, fundamentales en el ejercicio escolar que desarrollan los practicantes, en los que unidades como la descripción e interpretación en mutua correspondencia se definen a través de procesos y momentos cognitivos y valorativos. La práctica docente entonces, es el campo en el cual se expresan los territorios epistémicos en relación con intercomunicaciones que se presentan entre conocimiento y acción.

Bibliografía

Ausubel, D.; Novak, J. &Hanesian, H. (1989). *Psicología Educativa*. México: Editorial Trillas.

Bianchini, J. (2012). Teaching While Still Learning to Teach: Beginning Science Teachers' Views, Experiences, and Classroom Practices. En: *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, (24), pp. 389-399.

Bianchini, J. & Brenner, M. (2010). The role of induction in learning to teach toward equity: A study of beginning science and mathematics teachers. En: *Science Education*, (94), pp. 164-195.

Bustos Velazco, E. (2014). La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias. En: Molina, A. (Ed.). *Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones*. No. 7, Serie Grupos. Bogotá: Javegraf.

Buzan, T. (1996). *El libro de los mapas mentales*. Barcelona: Urano.

Caraballo, Darwin. (2004). *La Formación Docente en el Uruguay. Evolución, Estado de situación y perspectivas*. Recuperado de http//:www.unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=148885

Castro-Gómez, S. (2000). Ciencias sociales, violencia epistémica y el problema de la "invención del otro". En Lander, E. (Ed.). *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas*. Recuperado de http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lander/castro.rtf

Cole, M. & Engestrom, Y. (2001). Enfoque histórico –cultural de la cognición distribuida. *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires: Amorrortu.

De Sousa Santos, B. (2009). Más allá del pensamiento abismal: de las líneas globales a una ecología de saberes. En Olivé, L., De Sousa Santos, B., Salazar de la Torre, C.& otros, *Pluralismo epistemológico*. La Paz Bolivia: Muela del Diablo Editores.

De Sousa Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Uruguay: Ediciones Trilce.

Delgado Benito, V. (2013). *La formación del profesorado universitario. Análisis de los programas formativos de la Universidad de Burgos (2000-2011)*. (Tesis doctoral). Disponible en la base de datos Dialnet.

Dollfus, O. (1990). *El Espacio geográfico*. Barcelona: Oikos-Tau.

Eaglenton, T. (2003). *A idéia de cultura*. Sao Paulo: Editora UNESP.

García Canclini, N. (2004). *Diferentes, Desiguales y Desconectados. Mapas de la interculturalidad*. España: Gedisa Editorial.

Gautier Cruz, E. (2006). El caso del programa de formación docente de la Universidad ARCIS en Talagante Chile. Arte, humanidades y ethos universitario en la formación de profesores de enseñanza básica. En Murillo Torrecilla, F. (Ed.), *Modelos innovadores en la formación inicial docente Estudio de casos de modelos innovadores en la formación docente en América Latina y Europa*. Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, OREALC / UNESCO.

Geertz, C. (2003). *La interpretación de las culturas*. España: Gedisa Editorial.

Gurevich, R. (2005). *Sociedades y territorios en tiempos contemporáneos. Una introducción a la enseñanza de la geografía*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, S.A.

Jamil Cury, C. (2006). La formación de profesores en Minas Gerais Brasil. Cambios institucionales de formación docente en curso. En Murillo Torrecilla, F. (Ed.), *Modelos innovadores en la formación inicial docente Estudio de casos de modelos innovadores en la formación docente en América Latina y Europa*. Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, OREALC / UNESCO.

Joly, F. (1988). *La Cartografía*. Barcelona: Oikos -Tau S.A.

Lowenthal, D. (1967). *Environmental Perception and Behavior*. University of Chicago, Dept. of Geography, Research Paper No. 10.

Mellado, J. & González, B. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Editorial Marfil S.A. 535-555.

Milicic, B.; Sanjosé, V.; Utges, G. & Salinas, B. (2007). La cultura académica como condicionante del pensamiento y la acción de los profesores universitarios de física. En*: Investigações em Ensino de Ciências*. 12 *(2),* pp. 263-284.

Molina, A. (2007). Analogía, pensamiento científico infantil y revalorización de las teleologías y el antropomorfismo. En: *Tecne Episteme y Didaxis.* Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional. pp. 88-107.

Molina, A. (2007). Relaciones entre contexto cultural y explicaciones infantiles acerca del fenómeno de las adaptaciones vegetales. En: *Nodos y Nudos*. Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional. 24 *(2),* pp. 76-87.

Molina, A. &Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. En: *Revista Enseñanza de la Física*, pp. 7-26.

Molina, A. & Mojica, L. (2013). Diversidad cultural y educación científica: Una crítica epistemológica y ética. En: *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. 2353-2357. Recuperado de congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/.../art_1426.pdf

Montañez, G. (1997). Geografía y medio ambiente. En Franco, M., Flórez, A., Torres de Cardenas, R. & otros,*Geografía y ambiente. Enfoques y Perspectivas*. Santafé de Bogotá: Ediciones Universidad de la Sabana.

Mosquera Suárez, C. (2011). La investigación sobre la formación de profesores desde la perspectiva del cambio didáctico. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3 (6), pp. 265-282. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281021734002

Murillo Torrecilla, F. J. (Ed.). (2006). *Modelos innovadores en la formación inicial docente. Estudio de casos de modelos innovadores en la formación docente en América Latina y Europa*. Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, OREALC / UNESCO.

Nates Cruz, B. (2011). *La territorialización del conocimiento. Categorías y clasificaciones culturales como ejercicios antropológicos*. Barcelona: Anthropos Editorial.

Novak, J. & Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Ontoria, A.; Gómez, J. & De Luque, A. (2003). *Aprender con mapas mentales. Una estrategia para pensar y estudiar*. Madrid: Narcea, S.A., de Ediciones.

Ortiz, R. (1998). *Otro Territorio. Ensayos sobre el mundo contemporáneo.* Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Pogré, P. & Merodo, A. (2006). La experiencia de formación docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento Argentina. Un modelo multidisciplinar en la formación de profesores. En Murillo Torrecilla, F. (Ed.), *Modelos innovadores en la formación inicial docente Estudio de casos de modelos innovadores en la formación docente en América Latina y Europa*. Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, OREALC / UNESCO.

Porlán, A; Rivero, G & Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En: *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Editorial Marfil S.A. 505-531.

Portilla Rendón, A. (2002). *La formación docente del profesorado universitario: perfil y líneas de formación*. /Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona). Recuperado de http://www.tdx.cat/handle/10803/5017

Santos, M. (2009). *Território e Sociedade. Entrevista com Milton Santos*. Sao Paulo: Editora Fundacao Perseu Abramo.

Taylor, P. (1994). *Geografía Política. Economía-mundo, Estado-nación y Localidad*. Madrid: Trama Editorial, S.L.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana. I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.

Valcárcel, M. & Sánchez, B. (2000). La formación del profesorado en ejercicio. En: Perales, F. & Cañal, P. (Ed.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. (pp. 557-580). España: Editorial Marfil S.A.

Vergara, N. (2010). Saberes y entornos: Notas para una epistemología del territorio. *Alpha*, *31,* pp. 163-174. dx.doi.org/10.4067/S0718-22012010000200012

Zambrano Leal, A. (2007). *Formación, experiencia y saber*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

CONTRIBUCIONES METODOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES DE TERRITORIO DE PROFESIONALES DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Edier Hernán Bustos Velazco

Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación

DIE - UD

Introducción

Estudiar el territorio desde la academia implica realizar investigaciones que cumplen una doble dinámica; a la vez educativa y geográfica, cuyo objeto es tender un triple diálogo entre: *perspectivas de territorio* basadas en diferentes nutrientes teóricas y de saberes ancestrales, articuladas con las *concepciones de territorio* presentes en profesores formadores de profesionales de las ciencias de la tierra[4] en donde los rasgos más salientes son los sendos *procesos de organización territorial* dados en los contextos socioculturales que se identifique como objeto de estudio. Así, el triple diálogo entre estos abordajes se estima podrá contribuir a ofrecer aportes tanto en la producción científica en las Ciencias de la Educación, como en la Ciencia Geográfica, principalmente aportando a este complejo y dinámico objeto de investigación poco estudiado.

En materia de las diversas perspectivas de territorio se invitará al lector a bucear en diversos autores de varias disciplinas, así como en saberes ancestrales generalmente minimizados por las culturas occidentales. Lo anterior permitirá ofrecer una clasificación de concepciones y visiones territoriales que ponen el acento en determinados planos y visiones de la realidad y de la vida natural y social; así cuestiones políticas, culturales, ambientales, sociales, naturales y jurisdiccionales, entre otras, entran en juego para identificar algunas perspectivas, las cuales luego comenzarán a dialogar.

En materia de concepciones de territorio presentes en profesores, este capítulo, pretende motivar estudios alrededor de los docentes *no formados en docencia* que a su vez son formadores de profesionales de las ciencias de la tierra, motivo por el cual cobran peso en la fundamentación de esta línea de análisis sus particulares contextos de diversidad cultural, social y territorial, así como sus creencias e ideas acerca de los territorios donde viven. Concepciones arraigadas con los rasgos más salientes de sendos procesos de organización territorial dados en el espacio físico donde como seres humanos se han desarrollado en las diferentes épocas de su vida. Para ello se invita a la comunidad

4. Al referirnos a profesionales de las ciencias de la tierra, hacemos referencia a Ingenieros topográficos, Ingenieros forestales o agroforestales, ingenieros civiles, ingenieros ambientales, administradores ambientales, tecnólogos en topografía, saneamiento y gestión ambiental

científica a revisar la Teoría Social Crítica del Espacio en Milton Santos (2000), así como las producciones científicas posteriores en Bozzano a partir de Santos (2000, 2009, 2012).

Territorios diversos

A manera de ejemplo y motivación para el lector, nos ubicamos de manera breve en dos procesos de organización territorial:

En el proceso de organización territorial de Quibdó, capital del Chocó, se reconocen numerosos acontecimientos e iconos de su historia: su poblamiento ancestral indígena, la esclavitud y con ella, la presencia afrodescendiente, con sus prácticas culturales y en relación con el uso de sus bienes comunes –mal llamados recursos naturales– así como también a partir de 1988 la violencia con la presencia de grupos paramilitares y guerrilla; en la actualidad la irrupción de emprendimiento de mega minería, entre otros.

En breve resumen el contexto geográfico de Quibdó (Chocó), se ubica al noroccidente de Colombia y se extiende sobre 46.530 km^2. Es el único departamento de Suramérica que tiene salida al océano Pacífico y al océano Atlántico, aquí se encuentran las selvas del Darién, circundadas por los ríos Atrato y San Juan; estos ríos han sido fuente de la economía, comercio, poblamiento de esta región del país y de su identidad social. Aunque la mayor parte de la población es afro descendiente, encontramos comunidades indígenas como los "Embera Chamí, Embera Katio, Tule, Waunan, comunidades que se encuentran ubicadas en 119 resguardos, ubicados en 26 municipios del departamento con una población proyectada para el 2011 de 54.000 habitantes"[5]. Aparte de su riqueza cultural, es un departamento rico en fauna, flora, minerales y tiene la tasa más alta de pluviosidad del planeta.

Allí en la ciudad de Quibdó, su capital, con una población de 112.886 habitantes según datos del censo 2005 (DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística), su extensión territorial es de 3.693 Km^2. La principal actividad productiva se concentra alrededor del comercio constituyéndose en eje de intercambio comercial y administrativo con los municipios de alto y medio Atrato así como las ciudades de Medellín y Cali. Aquí se ubica el ¨Primer foco de investigación¨, la Universidad Tecnológica del Chocó[6], "desarrolla sus actividades principalmente en las instalaciones ubicadas en la Ciudadela Universitaria del barrio Nicolás Medrano, donde funciona con la modalidad de Educación Presencial y a Distancia. Con la modalidad a Distancia cubre ac-

5. INCODER, Resguardos indígenas legalmente constituidos, 2010 y DANE, proyecciones de población indígena en resguardos a 30de junio de 2010
6. Extractado de www.utch.edu.co

tualmente regiones como: San Juan (Tadó, Condoto e Istmina), la Costa Pacífica (Bahía Solano, Nuquí y Pizarro), la Costa Atlántica (Acandí), y otros Municipios del Departamento como Bagadó, Lloró, Bojayá y de Antioquia (Carepa, el Bagre, Arboletes, San Pedro de Urabá), de los diferentes programas académicos que oferta esta universidad, las que son motivo de esta investigación son: Ingeniería Agroforestal, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil, Tecnólogo en Gestión Minero Ambiental de los Metales Preciosos". Carreras afines a las ofrecidas por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, específicamente en la facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En el proceso de organización territorial de Bogotá, capital de Cundinamarca y de Colombia también al igual que en Quibdó, se reconocen numerosos acontecimientos e iconos de su historia: su poblamiento antes y después de la llegada de los españoles, luego se determinaran los momentos espaciotemporales de transformación en relación con prácticas culturales y el uso de bienes comunes así como también a partir de los diferentes episodios de violencia por ejemplo desde el bogotazo (9 de Abril de 1948) la violencia transforma la ciudad y su contexto cultural.

En breve resumen el contexto geográfico actual de Bogotá se caracteriza por las siguientes aspectos**:** capital de Colombia, según el censo de 2005[7] en ella residen 6.778.691 habitantes, en una proyección para el 2011 aproximadamente residirán 8.089.560 habitantes, distribuidos en 20 localidades y es en esta ciudad donde funciona el centro administrativo, económico y político del país. Ubicada en el Centro del país, en la cordillera oriental, tiene una extensión aproximada de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente, su altura media está en los 2.600 msnm, al norte limita con el Municipio de Chía, al oriente con los cerros orientales y los municipios de La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque, Une y Gutiérrez, al sur con los departamentos de Meta y del Huila y al Occidente con el río Bogotá y municipios de Cabrera, Venecia, San Bernardo, Arbeláez, Pasca, Sibaté, Soacha, Mosquera, Funza y Cota.

Para atender las necesidades educativas de la población, se crea la Universidad Distrital Francisco José de Caldas[8], como Universidad del Distrito Capital, que "ofrece sus servicios en 10 sedes ubicadas en diferentes localidades de la Ciudad de Bogotá; Sede Central, Sede Macarena A, Sede Macarena B, Sede Tecnológica, Sede El Vivero, Sede Posgrados de Ciencias y Educación, Sede Emisora LAUD 90.4, Sede IDEXUD, Sede Facultad de Artes ASAB, Sede Academia Luis A. Calvo - ALAC, Sede Calle 34, interconectadas a través de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. ¨El segundo foco de investigación¨ se ubica en la Sede El Vivero en donde funciona la Facultad del Medio Ambiente y

7. https://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-registros-vitales/censos/censo-2005
8. Extractado de www.udistrital.edu.co

Recursos Naturales, en ella se ofrecen los programas de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Forestal, Ingeniería Topográfica, Tecnología en topografía, Tecnología en Saneamiento Ambiental, Tecnología en Gestión Ambiental, Administración Ambiental, Especialización en vías, Especialización en gerencia de los recursos naturales, Maestría en Desarrollo Sustentable y Maestría en uso y conservación del bosque". Lo anterior y dado el impacto que tienen los profesionales de las ciencias de la tierra que se forman en las universidades mencionadas, se hace necesario, indagar teóricamente en las diferentes concepciones que desde las diferentes áreas del conocimiento, cosmovisiones de los pueblos ancestrales y comunidades afrocolombianas, tienen del territorio.

Perspectivas de territorio

Las perspectivas de territorio se agrupan en cuatro fuertes tendencias basadas en diferentes nutrientes teóricas y de saberes ancestrales. Así de manera breve presentamos en este documento de reflexión perspectivas que se pueden categorizar en cuatro referentes:

a. Concepciones de territorio como campo de poder jurídico y político: en esta dimensión jurídica del territorio, incluimos aquellas investigaciones que han indagado en las concepciones que tienen del territorio las comunidades indígenas y afrodescendientes, sustentadas en el reconocimiento que les da la Constitución colombiana de 1991, así como el Convenio 169[9], CNRR, Ley 975 (2005), CNRR (2009) el a la multiculturalidad y diversidad cultural. Entre ellas encontramos las de Barreira (2010), Coronado (2006 a, 2006 b), Semper (2006), ONU (2006), Plant y Hvalkof (2002).

b. Concepciones de territorio como medio ambiente: en este referente, nos interesamos por el estudio del territorio en relación al medio ambiente, los trabajos realizados por Irastorza (2006), Sauve (2003), Carrizosa (2001), Osorio (2001), Santos (2000), entre otros, resaltan la importancia de la relación insoslayable entre medio ambiente y territorio dada en términos del desarrollo sustentable y la protección a la fauna y la flora.

c. Concepciones de territorio como construcción social: aquí indagamos en el territorio como una construcción social, en donde los trabajos e investigaciones de: Llanos (2010), Motta (2006), Ravenet (2002), Bozzano (2000, 2009, 2012) Consideran el territorio como espacio de supervivencia y que permite a los sujetos y las comunidades en general, validar su desarrollo cultural, pertinencia e identidad. Convirtiéndose, en el marco de referencia, para desarrollar la construcción de signos, que dan significado e interpretación de sus contextos y que son necesarios para el desarrollo socio-cultural de la comunidad.

9. www.cdi.gob.mx/transparencia/convenio169_oit.pdf

d. Concepciones de territorio como espacio físico: identifica el territorio como un espacio físico en el que no se tienen en cuenta los debates filosóficos, antropológicos y sociológicos. Entre otros trabajos, los realizados por Gómez y Barredo (2005), Sevilla (2000), así como las interpretaciones que se hacen del espacio y el territorio en los trabajos desarrollados por Santos (2000) y Bozzano (2009), en donde presentan las diferentes tendencias que ha tenido la geografía expresando que ¨Durante la mayor parte de su historia la Geografía fue principalmente una descripción y un inventario de los lugares de nuestro planeta, así como de los objetos y sujetos en ella presentes¨ (Bozzano 2000: 18) lo que permite ver un evidente interés en las delimitaciones geográficas, los paisajes y el estudio del suelo en relación con una porción de corteza terrestre.

Por lo anterior la importancia de estudiar las concepciones de territorio presentes en los (PCT) cumplen un papel preponderante dado que evidenciara que la polisemia en dichas representaciones es dinámica y puede relacionarse con el origen cultural y el tipo de acción profesional y/o la acción docente, de los (PCT).

Dado que la educación no debe limitarse únicamente a la transmisión de contenidos, sino por el contrario es su deber fortalecer las posibilidades de cuestionamiento sobre la pertinencia de lo que se enseña, en este apartado, estamos de acuerdo con la idea de un conocimiento profesional del profesorado como un conocimiento epistemológicamente especificado. En tal sentido, presentamos a continuación los trabajos de Molina. A y Martínez. C. (2009), quienes sostienen que el conocimiento de los profesores se pone en juego en todos los procesos de interacciones relacionadas estas con su actividad profesional y acción docente; por su parte Moreno y Azcarate (2003) argumentan que dentro de lo que se denomina paradigma del pensamiento del profesor, el objetivo pareciera ser la profundización de los contenidos del conocimiento profesional, por tal motivo en su investigación comienzan con el análisis de creencias y concepciones, componentes ambas del conocimiento, lo cual permite definir el desarrollo profesional como:

> El proceso sistemático y reflexivo que busca la mejora de la práctica, creencias y conocimientos profesionales para aumentar la calidad docente, investigadora y de gestión de los profesores universitarios a partir de una autorreflexión continuada sobre la experiencia diaria y dentro del contexto y realidades de la institución (…) Las concepciones son organizadores implícitos de los conceptos, de naturaleza esencialmente cognitiva y que incluyen creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc., que influyen en lo que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan. El carácter subjetivo es menor en cuanto se apoyan sobre un sustrato filosófico que describe la naturaleza de los objetos matemáticos. (Moreno y Azcarate, 2003: 267)

En este trabajo, las investigadoras, optan por una acepción cognitivista del término concepción que se aproxime más a las ideas, conocimientos y creencias del profesor. En el mismo sentido encontramos la línea de trabajo Marteos, Basilisa y Vilanova (2011), quienes al referirse al estudio de la naturaleza de las concepciones, indagan acerca de su naturaleza; el trabajo que guió la investigación, entiende las concepciones como teorías implícitas, mucho más relacionadas con los diferentes contextos, por tanto son más locales. De tal manera que los procesos mediante los que pueden cambiar las concepciones, dependen de una integración, basada en la relación entre diferentes representaciones que tenga el profesor y sus prácticas educativas.

Como ejemplo de ello, traemos a colación la investigación dirigida por Bozzano (2009), donde se abordan las concepciones que tienen de territorio 540 personas; en esta investigación se realiza una diferenciación de las representaciones, clasificándolas en nociones y prenociones; la población que se tuvo en cuenta fueron profesionales y estudiantes de distintas disciplinas relacionados con el territorio. Para los autores, "Las nociones suelen constituir ideas claras acerca de algo, incorporando en ellas tanto componentes teóricos como empíricos que representen en conocimiento y percepción lo esencial que cada uno, en su historia de experiencias y conocimiento trae consigo; la percepción, en cambio, es preferentemente experiencial, incorporando vivencias, valoraciones y evocaciones de nuestra memoria." Bozzano (2009: 3).

Por lo presentado hasta este momento, estudiar las concepciones de territorio es motivo de investigación dado el impacto que tienen las diferentes formas de entender el territorio. En tal sentido a continuación se presenta un posible protocolo de entrevista semiestructurada.

Protocolo de entrevista

De acuerdo con Molina (2010)[10] es necesario retomar la crítica de Ávila (2006: 1019)[11] que nos habla de la importancia de superar aquella perspectiva de las investigaciones educativas (…) *que hacen ver restringido el papel del concepto de cultura* (…). En tal sentido se reclama que las investigaciones educativas deben incorporar aspectos políticos y realizar comparaciones y relaciones entre diferentes grupos. Para el caso de esta investigación, se toman dos grupos de profesores; el primero de ellos, ubicado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, más específicamente en la Facultad del Medio Ambiente

10. Molina, A (2010). Una relación urgente: Enseñanza de las Ciencias y Contexto Cultural, EDUCyT, 1 (1): pp. 1-12.

11. Ávila, L., A. (2006). Crítica al análisis cultural predominante en la investigación educativa en México. Revista Mexicana de Investigación Educativa, RMIE, Julio-Septiembre, *30* (11), pp. 1019-1036.

y Recursos Naturales. El segundo Ubicado en la Universidad Tecnológica del Choco (Quibdó). Con la muestra seleccionada, se pretende dar respuesta a *¿Cuáles son las concepciones de territorio de los profesores formadores de profesionales de ciencias de la tierra en dos IES pertenecientes a dos comunidades culturalmente diferenciadas?*

El análisis de los documentos en la Etapa exploratoria, nos permite estudiar el desarrollo del dominio de enunciados verbales; en la primera fase de Relevamiento bibliográfico, éste se ha realizado con apoyo del software Atlas-ti, con el cual, se determinaron cuatro familias (categorías), con sus correspondientes códigos, comentarios y discusiones teóricas y finalmente se establecieron unas posibles proyecciones, que desde tales categorías y discusiones, permitan la formulación de criterios para la estructuración de la entrevista.

Definiciones provisorias en términos de los códigos

La intención de este apartado es caracterizar de manera breve[12] cada uno de las tendencias en términos del análisis del marco teórico y los antecedentes de investigación, sin olvidar la articulación con las familias (referentes teóricas). Luego de ello se proponen una serie de preguntas que posiblemente enriquecerán las entrevistas en el momento que como entrevistador se vea pertinente en términos de la motivación al entrevistado. Sin perder de vista el objetivo de la investigación lo que permitirá observar en el futuro análisis, la coyuntura que hay entre cultura, territorio y enseñanza de las ciencias[13] en donde el autor presenta una propuesta que invita a la comunidad académica a ver la escuela como un territorio socialmente construido y amenazado, en donde la educación y el respeto a la diferencia brindarán a las comunidades "la única oportunidad de progreso y en muchos casos de refugio y protección para los hijos frente a la violencia y el narcotráfico" (Bustos, 2014: 92), en tal sentido realizar discusiones desde la academia en torno a las diferentes concepciones que tienen los actores involucrados en la escuela blindará a esta frente a las acciones externas que la violentan drásticamente. Es por ello que desde la academia reconocer, aportar, co-construir, argüir con respeto y tolerancia las relaciones entre territorio, ciencia y sociedad.

Por lo anterior es necesario en términos de la *perspectiva "a"* discutir lo que refiere *al Reconocimiento a las tierras,* en donde es de interés para este caso la posición del estado y la legislación emanada frente a los casos en que se denote

12. Se realizará de manera breve, dado que la riqueza del análisis de los antecedentes y el marco teórico de la investigación doctoral, motivaran otras publicaciones en las que se profundizan cada una de las tendencias presentadas en esté capitulo.
13. Para mayor profundidad al respecto, se sugiere al lector revisar el capítulo cuatro "La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias" en Enseñanza de las Ciencias y Cultura: múltiples aproximaciones.

la importancia de un territorio para una comunidad en términos de su identidad y sentido de pertenencia con el espacio físico habitado y que en muchos casos ha sido abandonado por causas externas a su voluntad, es aquí en donde emergen por su importancia entre otras el convenio 169 cuyo objetivo está dirigido a favorecer el desarrollo de las comunidades indígenas; la ley 975 relacionada con los procesos de despojo de tierras de las comunidades campesinas causado por el paramilitarismo y la guerrilla, en donde la *desterritorialización* es entendida para este caso, como el acto de violencia que afecta los territorios socialmente construidos por una comunidad, inmediatamente los transforma, los manipula y los amenaza, lo que genera procesos de desterritorialización. En tal sentido, Nates (2006) en sus investigaciones ha abordado el problema del desplazamiento forzado en Colombia, por un lado desde la apropiación material y simbólica del espacio en el proceso de construcción del territorio y como un segundo aspecto de estudio, la configuración de los espacios de conflicto. Para ella, las apropiaciones del espacio desde lo material y simbólico, evidencia el proceso de construcción del territorio, en este sentido, las regularidades y significados que se ciernen en este proceso de formas de organización y de creaciones culturales, permiten la construcción de un sólido vínculo por el territorio.

Si la idea anterior la trasladamos al conflicto colombiano, en donde la muerte por violencia es evidente, es precisamente en esta dinámica que surge la categoría de ¨*territorio abandonado*¨. Aquí se hace referencia en términos de Haesbaert (2005), a la desterritorialización y en este sentido, a la nostalgia que se genera por las costumbres, relaciones con sus ancestros, la vida comunitaria, las relaciones con la fauna y la flora y un sinnúmero de pensamientos, relaciones y sentimientos que se dejan atrás. Al respecto Adolfo Alban, al dirigir su atención en la problemática colombiana, argumenta a partir de los informes de ACNUR[14] y de CODHES[15],

> Actualmente las poblaciones de mayor afectación son las comunidades étnicas indígenas y afrocolombianas, siendo esta última la más golpeada de manera creciente y sistemática. Podríamos afirmar que la guerra en Colombia tiene color, es decir que la incidencia de la misma en regiones mayoritariamente ocupadas por grupos étnicos como el afrocolombiano en la costa Pacífica tiene implicaciones socioculturales en términos del desplazamiento forzado". Albán (2007: 10)

Lo anterior, nos conduce a pensar que la guerra por el dominio de territorios ancestrales en Colombia, ha llevado a grupos al margen de la ley e incluso a los mismos gobernantes, como se ha demostrado con la parapolítica, a aniquilar la diversidad cultural. Al respecto Alban resalta las palabras el periodista Guillermo González Uribe, las cuales compartimos:

14. ACNUR (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados).
15. CODHES (Consultoría para los derechos humanos y el desplazamiento).

> Esa gran riqueza que representa la diversidad de culturas que pueblan el territorio colombiano contrasta con la acción de guerreros mesiánicos para quienes no existen límites éticos ni humanistas; su objetivo, desde diversos frentes o posiciones, es imponer a sangre y fuego su concepción del mundo. A su paso arrasan con comunidades que, pese a todo, se organizan y resisten.

Para las comunidades ancestrales y afrodescendientes, esta resistencia los conduce a la idea de no abandonar el territorio ya que esto sería perder la identidad y la motivación social. Por tal razón, las luchas de las comunidades y la cooperación del Estado, deben permitir el reconocimiento socio-territorial de los grupos sociales y comunidades ancestrales; sin este, no van a funcionar entre otras, las políticas educativas y culturales. Por tal motivo hablar de ello implica aceptar, reconocer e interiorizar;

> […] toda una serie de factores geográficos, ecológicos, económicos, políticos, religiosos, sociológicos, y étnico-culturales y el territorio es el resultado de un proceso de inscripción de las comunidades sobre los ecosistemas, de su inserción en un espacio que codifican, organizan y orientan, según características específicas que dependen de su filiación al origen de su organización social, sea ésta manera o ribereña, selvática o andina, de sus relaciones de alianza y de convivencia interétnica y de su pensamiento (…) Territorio y territorialidad es pues la interacción entre ecosistemas y cultura, que incluye formas organizativas propias, tecnología disponible, economía y producción simbólica. (Motta, 2006: 12)

Para reconocer como las comunidades indígenas y afrodescendientes toman postura frente a las políticas del estados, necesariamente invitamos a la comunidad académica a realizar una revisión a la Constitución Política. En el caso colombiano, se hace referencia a los artículos 5, 7, 10, 13 de la Constitución política colombiana de 1991, en donde se da reconocimiento, protección y derechos a las comunidades indígenas y afrodescendientes. En tal sentido, los artículos 329 y 330 reconocen los resguardos indígenas como ¨propiedad colectiva y no enajenable¨, y serán gobernados ¨conformados y reglamentados según los usos y costumbres de sus comunidades¨. En las decisiones que se adopten respecto de dicha explotación el gobierno propiciará la participación de los representantes de las respectivas comunidades.

Con respecto a la *perspectiva "b"* invita a realizar una introspección a las posturas que relaciones el ambiente y el territorio; en donde el Ambiente se entiende como la articulación entre la producción de los recursos naturales y las necesidades de una comunidad u organización social que no entren en conflicto con el desarrollo y coevolución de la vida, en términos de Enrrique Leff, el crecimiento de la economía como se presenta en la sociedad actual riñe con la idea de sustentabilidad en tanto que "el desarrollo sostenible se muestra poco duradero, ¡porque no es ecológicamente sustentable" (Leff, 2008: 67) el cre-

cimiento económico, que por ser "ecológicamente sustentable, culturalmente diverso, socialmente equitativo, democrático y participativo, sería sostenible y duradero". Entendido así el ambiente, será el proceso de desarrollo de un territorio en relación armónica con la naturaleza y el ser humano. Por lo tanto, el territorio como ambiente es un sistema dinámico relacionado con los seres humanos y los demás seres vivientes, entablado por todas las interacciones entre lo físico, biológico, social y cultural. Es por ello que el Desarrollo Sostenible es entendido como lo expone la comisión mundial sobre Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundtland) que en 1987 definen que el desarrollo sostenible, está en relación con el desarrollo económico lo que permitirá reducir distancias en relación con la riqueza y las brechas sociales, "…el que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades". En estos términos y apoyándonos en el principio 1 del Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano[16], "Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza". Un ejemplo de lo que no es desarrollo sostenible de un territorio, es la relación que ha tenido el ser humano durante su asentamiento y la construcción de poblados o ciudades, en donde los ríos, ciénagas, lagos, etc. Han sido y fueron elemento fundamental para su subsistencia. "En Colombia, son muy evidentes los ejemplos de la manera desafortunada como históricamente se ha asumido la relación territorial entre humedales, ríos, ciudades y paisaje", (Escobar, 2001: 148), en donde el continuo crecimiento urbano afecta los ecosistemas naturales que habitan estas zonas, lo que genera el desplazamiento de la fauna, la contaminación del agua con desechos orgánicos e industriales. Lo que hace repensar el territorio construido colombiano en relación al concepto de sostenibilidad.

Por lo expuesto, y aludiendo a una propuesta más latinoamericana aparece el *desarrollo sustentable,* eentendido más en términos de un desarrollo económico; como un campo cualitativo, en donde se establecen estrechos vínculos de desarrollo entre aspectos económicos, sociales y ambientales, sin que ello conlleve a que las preferencias por el desarrollo de uno vaya en detrimento del desarrollo del otro. Apuntando a esta línea, en Colombia, con la ley 152 de 1994, Artículo 3, literal h, se establece que para lograr un desarrollo socioeconómico, en armonía con el medio natural, los planes de desarrollo deberán considerar entre sus estrategias, programas y proyectos, los costos y beneficios ambientales, y deben definir acciones que garanticen a las actuales y futuras generaciones una adecuada oferta ambiental. En tal sentido territorio y paisaje, serán una representación que valida todas las prácticas culturales en

16. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972 (publicación de las Naciones Unidos, No. de venta: S.73.II.A.14 y corrección). Estractado de http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_riodecl.shtml

una sociedad que permiten articular la sustentabilidad. Por ello la importancia del territorio local reside en la relación de los sujetos con su entorno. Así, en el trabajo de Meza (2006) se encuentra que para las comunidades indígenas y afrodescendientes del bajo Atrato, la importancia radica en la protección de sus fuentes de agua como bienes ecológicos, posición que va en contravía con la de los actores que llegan a sus territorios promoviendo la tala indiscriminada de bosque nativo, la minería, los cultivos ilícitos, la ganadería a gran escala, actos que deterioran y destruyen su territorio y forma de coexistencia.

Por lo expuesto hasta aquí, la *perspectiva "c"* es factor indiscutible a la hora de determinar concepciones en donde la cultura emerge como dispositivo de convergencia de una sociedad, en los trabajos realizados por (Molina 2010, Gurgel & Margutti 2003; Garcia et al 1997; El-Hani & Mortimer, 2007; Hodson, 1997), como bien se presenta en el trabajo de (Bustos 2014); se evidencia una fuerte aceptación a la idea de cultura como una construcción colectiva del conocimiento, partiendo de un contexto en el cual los individuos interactúan y resaltan *la importancia de la cultura en el desarrollo y validación de sus creencias*. Si a lo anterior le agregamos la posición de Molina quien en su artículo Enseñanza de las Ciencias y Contexto Cultural, entiende "la cultura como un contexto para comprender la acción humana y de la legitimización de esta también dependen las conceptualizaciones y representaciones, que se establecen socialmente" (Molina, 2010: 5) que asociada con la interpretación geertziana de cultura, denota como "un esquema históricamente transmitido de significados representados por símbolos, un sistema de concepciones heredadas y expresadas en formas simbólicas por medio de las cuales los hombres comunican, perpetúan y desarrollan su conocimiento y actitudes frente a la vida" (Geertz, 1992, p.20). Entenderemos cultura "como tramas de significados construidas por los hombres, a partir de las cuales, se da un sentido a la vida" (Molina, 2002: 7).

Dada la postura geertziana de cultura, podremos identificar tres dimensiones que permiten precisar la relación cultura y territorio, parafraseando a (Gimenez, 1999, pp. 33-34). La primera dimensión, incorpora al ser humano dentro de un territorio utilizando sus recursos naturales, aquí "cualquier elemento de la naturaleza debe considerarse también como *bienes culturales* por ende como formas objetivadas de la cultura. En la segunda dimensión, el territorio es entendido como la forma de interrelación de prácticas culturales, en este sentido encontramos los rituales y las diferentes formas lingüísticas. En la tercer y última dimensión, el territorio adquiere importancia, en la medida en que la comunidad lo integra a su vida cultural como objeto de representación y de apego o como símbolo de pertenencia socio-territorial. Ubicándonos en esta última dimensión y en los procesos de globalización, es donde, las repercusiones sobre el territorio hacen urgente crear nuevas políticas adecuadas a los

diferentes "contextos políticos, económicos, sociales y culturales" (Farinos et al., 2003: 227).

Por todo lo expuesto la escuela en esencia es y será el escenario ideal de encuentro cultural y respeto a las cosmovisiones de las comunidades ancestrales que habitan nuestro territorio, como bien lo presenta en los trabajos Greta et al. (2007), quienes resaltan la relación profunda que tienen las comunidades indígenas con la madre tierra denominada "Uma kiwe"; esta relación a lo largo de la historia ha motivado la "resistencia cultural" caracterizada por la fuerza e identidad que el grupo tiene con el territorio. Aquí los seres humanos somos parte de esta resistencia, por tanto, "se mantienen interrelaciones íntimas puesto que somos parte constitutiva de ella y no sus amos y señores". Esta manera de observar la naturaleza por las comunidades ancestrales, les ha permitido construir una relación íntima y armoniosa con la naturaleza por lo que afirman:

> Ella nos devuelve buenas cosechas, ella nos anima, nos regaña y nos apoya (…) Es aquí donde los rituales van tomando significado para recrear esta relación y mantenerla de la mejor manera y son los médicos tradicionales los orientadores y guardianes espirituales de estas prácticas culturales. Greta y otros (2007: 56)

Este conocimiento que es ancestral, brinda a la comunidad la posibilidad de apropiación de los significados y transmisión de mensajes culturales que facilitan a las comunidades el desarrollo de su población, su identidad con la tierra, sus ancestros y su vida espiritual.

Para los pueblos indígenas serranos como lo menciona Giraldo (2010), el territorio no solo es un espacio de corteza terrestre, por el contrario es allí donde se hace posible el desarrollo y supervivencia de una comunidad. En este mismo sentido, la sociedad influye en el territorio, lo transforma, lo modifica, lo utiliza y lo amenaza. Así, el hombre convierte a través de los procesos de territorialización al espacio natural, en espacio humanizado. Por lo tanto, "toda desterritorialización, viene acompañada de un proceso de re-territorialización, en donde la desterritorialización, tiene la virtud de apartar el espacio del medio físico, por su parte la reterritorialización lo actualiza como dimensión social" Ortiz (2002: 37)

En contravía a la cosmovisión ancestral, aparecen las concepciones que se enmarcan en la *perspectiva "d"* mucho más tradicional, en donde territorio y espacio son sinónimos. Al respecto, Horacio Bozzano, al definir el concepto de espacio, argumenta que este se debe abordar desde dos aspectos; el primero tiene que ver con lo ontológico a lo que alude otorgándole significados desde la existencia de las cosas hasta lo no corpóreo o espiritual, "es muy probable que el espacio no exista por sí mismo, sino que exista en la medida que existan

las cosas, los objetos, los sujetos…lo visible y tangible" por otro lado podría verse desde lo ideal "no corpóreo percibido y organizado desde nuestras mentes y espíritus" (Bozzano 2000: 25), no obstante como un segundo enfoque y relacionado con la perspectiva "c", vemos el espacio desde lo gnoseológico arguyendo que el espacio existe porque sería una construcción desde lo concreto real y lo concreto pensado, por lo que existen muchos espacios construidos desde diferentes dimensiones analíticas y también desde diversas disciplinas… En otro precepto no científico, podríamos afirmar que hay otros espacios construidos desde el conocimiento lego.

Fernández (2008), al referirse al territorio como espacio físico, lo relaciona con la topografía; manifestando que en los levantamientos topográficos se reconoce que las mediciones están relacionadas de manera precisa con las coordenadas de los puntos del modelo que se captura, lo cual permite obtener la forma topográfica del terreno, lo que hace evidente la importancia que se le da al territorio como medición de la superficie terrestre, dado que al hacer uso de coordenadas que se capturan por medio de la planimetría y altimetría. Estos puntos, que representan las coordenadas sirven para generar los triángulos que definen el relieve de la zona que se desea estudiar. En la misma línea, citamos el trabajo desarrollado en los libros de Chueca, Herraez y Berne (1996) en donde los autores hacen evidente la tendencia fuerte en topografía de estudiar el territorio lejos de las discusiones sociales e interpretaciones de las comunidades, en este trabajo al igual que en los antes reseñados, cobra mayor importancia el reconocimiento del territorio en términos de coordenadas que permitan la modelación matemática del mismo. En otra ciencia como la Geodesia, el objeto de estudio es la determinación de la forma y dimensiones de la Tierra, de su campo de gravedad y sus variaciones temporales. En términos de Sevilla (2000), la Geodesia regional, se refiere a la aplicación y/o creación de mapas, al incluir la carta o mapa topográfico. Así esta ciencia proporciona los aspectos geométricos necesarios para efectuar mediciones precisas de distancias, ángulos, altitudes, entre otras. Con los trabajos de Álvarez y otros (1989), por territorio se entiende el espacio físico sobre el que se asienta una comunidad, regido por un conjunto de normas que establecen, el derecho al aprovechamiento de sus recursos naturales. En este sentido, el espacio físico se refiere a la superficie terrestre conformada por la Litosfera, la Hidrosfera y la Atmósfera.

En la Agrología, el IGAC[17], al referirse a la Agrología, establece que a su interior estos profesionales serán los encargados del estudio del suelo, entendido como el uso de la tierra para fines agrícolas, pecuarios, forestales y catastrales. En la parte catastral, los profesionales de esta línea, serán los encargados de estudiar la *Formación, conservación y actualización del inventario de la pro-*

17. http://www.igac.gov.co/igac

piedad inmueble del territorio nacional y avalúos de la propiedad inmueble. Otra dependencia es el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF) aquí su acción profesional es la de realizar todos los estudios de percepción remota y sistemas de información geográfica, aplicados al ordenamiento y planificación territorial. En la Cartografía, es entendida como la ciencia capaz de ofrecer una representación gráfica lo más fiable posible del territorio; mostrar de forma reducida, sintética y esquemática una realidad compleja e incluso a veces difícilmente abarcable, y a través de ello obtener una mejor comprensión de los fenómenos de la Tierra, su localización, tamaño y distribución encarga entre otras cosas de la elaboración del mapa oficial de Colombia así como diferentes mapas topográficos; también es la encargada de establecer la red geodésica nacional.

Lo anterior nos invita a ver la relación Espacio-Región, en nuestro contexto; los espacios físicos como porción de corteza terrestre, son subdivididos en regiones, que se describen según sus características físicas, población y aspectos económicos, por ejemplo la región cafetera en Colombia y la región caribe diferenciadas por su cultura, modos de producción e hitos en su historia. Estas características permiten diferenciar unas regiones de otras, dentro de un espacio. George (1970), considera que la región, término propiamente geográfico, es un fragmento de espacio de la superficie terrestre, con características particulares que la diferencia de otras, en tal sentido "sólo existe región propiamente geográfica cuando la porción de espacio considerada se presenta en el mayor número posible de sus particularidades como conjunto sintético (…) la región es precisamente el tema de representación geográfica del espacio y por tanto, el tema fundamental de la misma geografía". De acuerdo a las posturas anteriores, las regiones, se pueden establecer por *criterios físicos* y por *aspectos económicos*.

En los trabajos realizados por Bosque (2001), Morales (2000), Álvarez (1989), el territorio tiene dos connotaciones; por un lado está ligado al concepto de poder, de manera que los límites territoriales son definidos como el espacio físico. En Topografía se entiende el territorio como el espacio geográfico de características geomorfológicas con sus particularidades dependiendo de su ubicación geográfica. La geomorfología es entendida como el estudio de las formas del relieve terrestre, "su sentido práctico permite utilizarla para describir y explicar la forma y evolución del relieve y el estudio de sus procesos de modelado" por su parte Patiño (2011: 47) estudia el paisaje del Departamento de Cundinamarca, subdividiéndolo en: ***paisaje de montaña***, referido a la Cordillera Oriental; ***paisaje de lomerío***, referido a alturas que varían entre 80m y 900m**,** con clima cálido y relieve ligeramente ondulado; ***paisaje de piedemonte***, con áreas inclinadas, ubicados al lado de la montaña o el lomerío pero con menor altura; ***paisaje de planicie***, con un relieve comprendido por alturas entre 1m y

10 m de altura cuyo río principal es el Bogotá; ***paisaje valle***, ubicado entre 90m y 400m de altura, correspondiente a los valles de los ríos Magdalena, Negro y Seco. Su relieve es plano y ligeramente inclinado. Al referirse a la topografía del terreno esta la describe de tipo plano y planocóncava. Por su parte, Milton Santos, entiende el paisaje como parte de lo que llama *configuración territorial* entendida como "el conjunto de elementos naturales y artificiales que físicamente caracterizan un área representando en ella las sucesivas relaciones localizadas entre el hombre y la naturaleza" Santos (2000: 86).

En el trabajo desarrollado por López y otros (2010), los autores ven el territorio como una delimitación del espacio físico, en sus estudios del municipio de Medellín –Colombia–, centrándose en el problema de movilidad y de ocupación física del territorio, en este sentido, los autores muestran la relación que existe entre el área urbana y la posibilidad de generar nuevas formas de poblamiento. De la misma manera, presentan al hacer uso de la cartografía, la relación que existe entre el terreno y la movilidad, lo que le permite argumentar que las dificultades en la movilidad están directamente relacionadas con el sobre poblamiento del espacio físico urbano.

En el trabajo de Jiménez (2009) el investigador, muestra la relación entre territorio y población, referido el primero a Bogotá como epicentro del territorio nacional con el mayor crecimiento económico y poblacional del país. Al asegurar que: *El territorio urbano del Distrito Capital no es un territorio urbano consolidado, Bogotá es una ciudad sin terminar. Ante el agotamiento de su suelo urbano, debe plantear su desarrollo en el mediano y largo plazo dentro de su propio territorio ya desarrollado, en un proceso continuo de consolidación*. Reconoce el territorio bogotano como superficie geográfica sujeta al poblamiento y a lo largo del documento presenta cómo ha aumentado la población rural y urbana en Bogotá, desde el 2005 con una proyección a 2020 de 10.467.000 personas que ocuparán el territorio, lo que conlleva al incremento de la cantidad de unidades habitacionales, conllevando un reestructuramiento de su malla vial.

Situaciones para la entrevista

Después de haber puesto a discutir a los diferentes autores en relación con las cuatro perspectivas de territorio, proponemos unas situaciones[18] hipotéticas imaginarias o reales referidas al contexto, que se presentarán a los entrevistados de las dos comunidades universitarias lo que permitirá después de un proceso

18. Entendidas como medio elicitador de las propias historias, en las que se expresa una combinación de personajes, experiencias y acciones que finalmente conducen a mostrar el mundo subjetivo de los participantes; así, los textos virtuales (los relatos grabados de los entrevistados) conducen a la expresión del mundo subjetivo (Molina., et al. 2014)

de triangulación identificar sus concepciones alrededor del territorio. Las situaciones que pueden ser tomadas de un contexto global o de un contexto hipotético, se presentan a los entrevistados buscando adentrarlos en contextos que les sean propios, con los que se identifican y desean opinar porque tocan fibras de emoción, de esta manera podremos identificar las concepciones que ellos tienen para este caso del concepto de territorio. No obstante a las situaciones planteadas, el entrevistador tiene unas preguntas que cumplen una doble función; contextualizan la situación y se pueden utilizar en momentos específicos para motivar al entrevistado en términos de la situación planteada y que puede relacionarse con las cuatro perspectivas identificadas y definidas anteriormente, no necesariamente de manera lineal dado que pueden ser transversales a dos o más perspectivas, "*esa es la riqueza de la triangulación*"

De la triangulación de las preguntas y su relación con las perspectivas, emergen situaciones, entre las que resaltamos:

• (H.I) Un profesional de Ciencias de la Tierra contratado por el ministerio Minas para realizar en una región específica del país en la que viven indígenas, el estudio de explotación minera, en cuyos objetivos se plantea involucrar un desarrollo sostenible. Este profesional no encontró que su universidad le hubiese suministrado orientaciones para estos casos, por ello acudió a varios de sus profesores y colegas de estudio para que lo orientarán al respecto.

• (H.I) Durante el ajuste del currículo un profesor propuso que se incluyera una asignatura que abordara las problemáticas del país. Refiriéndose a las diferentes demandas jurídicas interpuestas por las comunidades ancestrales contra el gobierno, generadas por la explotación minera y maderera en sus tierras, así como el no respeto a sus territorios ancestrales.

• Lo que a algunos maestros les parece irrelevante dado que no es el campo de formación del ingeniero y que para ello existen otros profesionales que abordan estas temáticas, como los sociólogos o antropólogos

• (R) Según comunicado de la asociación de Cabildos indígenas del Choco, a las comunidades del resguardo indígena de Tanela, ubicado en el Municipio de Unguía, perteneciente al pueblo Indígena Embera, el estado colombiano les reconoció 980 hectáreas de tierra, sin embargo a esta comunidad le han usurpado más de 500 hectáreas de su territorio para la ganadería, dado que el INCORA en ese entonces entregó títulos a los colonos de las tierras que eran de propiedad de cuatro comunidades indígenas.

• (H.I) Un vicerrector de una Universidad (sociólogo), en una circular determinó la necesidad de reformar los currículos ofrecidos a futuros profesionales de ciencias de la tierra por considerarlos inapropiados, dado que no incluían aspectos relacionados con las normas, decretos y en general de la Ley colombiana como: La ley de Tierras, las gobernaciones locales; situaciones económicas como el cultivo de palma africana o la explotación maderera y

PERSPECTIVAS	PREGUNTAS
A. Concepciones de territorio como campo de poder jurídico y político	P.1.1. ¿En su práctica como formador de profesionales de ciencias de la tierra cómo incluye aspectos relacionados con el concepto de territorio?
	P.1.2. ¿Usted considera que estudiar las (NORMAS) políticas territoriales del país son importantes en la(s) asignatura(s) que usted orienta?, ¿por qué?, explique
	P.1.3 ¿Para usted es importante en sus clases que los estudiantes estudien la constitución colombiana en lo relacionado con las normatividades que se aplican a diferentes comunidades como: indígenas, afrocolombianas, raizales, rom, campesinas?, ¿de qué manera lo aborda en clase?, ¿por qué?, explique
	P.1.4 ¿Como profesional, usted en algún momento ha recurrido a la Constitución política colombiana para abordar algún trabajo o dar solución a un problema en relación al territorio?
	P.1.5 ¿En su trabajo, como profesional en algún momento le tocó tomar postura por problemáticas de tierras con las comunidades indígenas, afrodescendientes u otras?, ¿en qué situación?, ¿por qué llegó a esto?
	P.1:6 ¿Qué piensa de las políticas del Estado frente al impacto ambiental de la minería?
B. Concepciones de territorio como medio ambiente	P.2.1 ¿Para usted, cuáles son las influencias que tiene la globalización en las comunidades indígenas y afrodescendientes?
	P.2.2 ¿En algún momento debido a su profesión ha afectado la fauna o la flora?, ¿En general, se podría decir que este es o no un problema de su profesión?, ¿Por qué?, explique
	P.2.3 Como formador de profesionales de las ciencias de la tierra, ¿usted qué piensa de la posición de las comunidades indígenas frente a la ocupación de multinacionales que explotan los recursos naturales en sus territorios?
	P.2.5 Para usted ¿existe alguna diferencia entre desarrollo sustentable y desarrollo sostenible? ¿Cómo profesional que significa realizar trabajos que conlleven un desarrollo sustentable del territorio? ¿explique?
C. Concepciones de territorio como construcción social	P.3.1 ¿Para usted la Supervivencia de una comunidad de qué depende?
	P.3.2 ¿Para usted la Cultura se relaciona con el territorio?, ¿Por qué?, Explique en dos casos?, ¿Por su profesión, en algún momento ha percibido esta relación?
	P.3.3 ¿Usted cree que en este país la interculturalidad en un territorio fomenta la identidad cultural? ¿Para usted es importante tratar este tema en sus clases?
	P.3.4 ¿Usted conoce las posiciones de las comunidades indígenas frente al desarrollo territorial?
	P.3.5 Las comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinos, en la actualidad se encuentran en el programa de restitución de tierras. ¿Qué opina usted de este proceso?
D. Concepciones de territorio como espacio físico	P.4.1 ¿Puede describirme el territorio donde usted vivió su infancia?
	P.4.2 ¿Cuándo usted desarrolla o participa en una obra de ingeniería cuáles son los elementos que tiene en cuenta?
	P.4.3 ¿Qué relación tiene el territorio en el desarrollo de sus clases habituales?
	P.4.4 ¿En su vida profesional, en algún momento ha tenido que mediar entre una comunidad indígena y otra comunidad como los colonos en términos de la división territorial? ¿Qué argumentaba cada una de las comunidades para defender sus intereses
	P.4.5 ¿Cuándo utiliza o ha utilizado; mapas, planos o sistemas de información geográfica? ¿Cuál es el objetivo en su actividad profesional? ¿Cuál es el objetivo en su actividad docente?

los cultivos ilícitos. Un grupo de profesores, consideró que con todo respeto el vicerrector no es profesional en estos campos y solo se interesa por la sociología. De otra parte, los currículos no deberían incluir ello porque lo que es de importancia está en relación con el perfeccionamiento o fortalecimiento de la parte técnica del ingeniero, para ser el mejor en su campo laboral.

• (R) Uno de los grandes problemas sociales y culturales que ha tenido nuestro país a lo largo de su historia, está centrado en la falta de unas políticas claras frente a una verdadera reforma agraria, que de reconocimiento a los derechos que tienen los pueblos ancestrales y campesinos frente a las ambiciones de terratenientes y latifundistas, adicionalmente las exigencias que conlleva entrar en un mundo globalizado y con ello los tratados de libre comercio.

• (H.I) Cuál sería su posición, dada una situación particular, en la que usted por su profesión es contratado para realizar el proceso de delimitación de tierras en las que se encuentran tensiones motivadas por los intereses de colonos y comunidades indígenas o afro descendientes, dada la importancia que tiene hoy en día la ¨Ley de víctimas y restitución de tierras¨.

A manera de conclusión

En la entrevista semiestructurada como lo indica la propuesta presentada, las preguntas y situaciones abiertas definen los criterios que quieren ser observados, lo que permitirá obtener las diferentes concepciones que tienen de territorio los docentes formadores de profesionales de las Ciencias de la Tierra ubicados en dos contextos culturalmente diferenciados.

Sin embargo la parte más significativa de la propuesta es la posibilidad de que sea sometida a discusión, observación y juicio de cinco expertos quienes verifican y enriquecen con sus aportes el instrumento, indicando si en términos de las preguntas y situaciones están involucrados los aspectos que se pretenden identificar.

Bibliografía

Albán, A. (2007). La educación intercultural ante el desplazamiento forzado: ¿Posibilidad o quimera? IV Foro Latinoamericano de Educación Intercultural, migración y Escuela, Cuetzalan del Progreso, Estado de Puebla-México. Observatorio Ciudadano de la Educación y la Fundación Contracorriente.

Álvarez, J., et al. (1989). Condicionantes geofísicos de los usos del territorio en un valle de la montaña Cantábrica. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires, 3,* pp. 283-288

Ávila, L. (2006). Crítica al análisis cultural predominante en la investigación educativa en México. Revista *Mexicana de Investigación Educativa,* RMIE, Julio-Septiembre, 30 (11), pp. 1019-1036.

Barreira, A., et al. (2010). *Estudio jurídico sobre la custodia del territorio.* Plataforma de Custodia del Territorio de la Fundación Biodiversidad.

Bosque, J. (2001). Planificación y Gestión del Territorio. *El Campo de las Ciencias y las Artes, 138,* pp. 137-174. Madrid, España

Bozzano, H. (2000). *Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles. Aportes para una Teoría Territorial del Ambiente.* Buenos Aires: Editorial Espacio.

Bozzano, H. (2009). *Territorios posibles Procesos, lugares y actores.* Buenos Aires: Lumiere.

Bozzano, H. (2012). *Inteligencia Territorial. Teoría, Métodos e Iniciativas en Europa y América Latina.* Argentina: Universidad Nacional de La Plata.

Bustos, E. (2014). *La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias.* Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones. Serie grupos. Universidad distrital francisco José de Caldas. 7, pp. 83-100.

Carrizosa, J. (2001). *Espacio y Territorios: Razón, pasión e imaginarios.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Unilibros.

Coronado, S. (2006 a). Transformaciones territoriales y análisis geográfico en ámbitos patagónicos de montaña. La comarca Andina del paralelo 42. Tesis doctoral. Universidad Nacional de la Plata Argentina.

Coronado, S. (2006 b). El territorio: derecho fundamental de las comunidades afrodescendientes en Colombia. *Controversia,* pp. 47-81.

Convenio 169, COMISIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS *www.cdi.gob.mx/transparencia/convenio169_oit.pdf*

CNRR, Ley 975. (2005). Ley de Justicia y Paz. Extractado de

http://www.cnrr.org.co/antecedentes.htm

CNRR. (2009). El despojo de Tierras y Territorios. Aproximación conceptual. *Área de Memoria Histórica, Bogotá. www.memoriahistorica-cnrr.org.co y www.cnrr.org.co*

Chueca, M., Herraez, J. & Berne, J. (1996). *Métodos Topográficos.* Madrid: Paraninfo.

Dane. www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-registros-vitales/censos/censo

Gómez, M. & Barredo, J. (2005). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en La ordenación del território,* 2ª ed. Alfaomega: México.

El-Hani, C & Mortimer, E. (2007). *Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching, Cult Stud of Sci Educ, 2,* pp. 657-702.

Escobar, I. (2001). *Espacio y Territorios: Razón, pasión e imaginarios.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Unilibros.

Farinos, J., Plaza, J. & Romero, J. (2003). Nueva cultura y gobierno del territorio en Europa. *Ería, 61,* pp. 227-249.

Fernández, W. (2008). Calidad de datos en levantamientos topográficos. *Azimut,* 2, pp. 5-17

García, F., Pulido, R. & Montes, A. (1997). La educación multicultural y el concepto de cultura. *Revista iberoamericana de educación, 13,* pp. 223-256.

Geertz, C. (1992). *La Interpretación de las culturas.* Barcelona: Gedisa.

George, J. (2001). Culture and Science Education: A Look from the Developing World. *An ActionBioscience.org.* Original article. Extractado el 31 de mayo de 2007 de http://www.actionbioscience.org/education/george.html

Gimenez, G. (1999). Territorio, Cultura e Identidades**:** la región socio-cultural. *Estudios sobre las culturas contemporáneas.* Época II. V. 9, pp. 25-57. Colima.

Giraldo, N. (2010). Camino en espiral. Territorio sagrado y autoridades tradicionales en la comunidad indígena Iku de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Pueblos y fronteras,* digital, *6,* pp. 180-222.

Gurgel, A & Margutti, C. (2003). Por um enfoque sócio-cultural da educação das Ciências Experimentais. *Enseñanza de las Ciencias, 2* (3), pp. 1-9.

Greta, A., et al. (2007). *Mujeres Indígenas. Territorialidad y Biodiversidad en el contexto Latinoamericano.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Haesbaert, R. (2005). *Da desterritorialização à multiterritorialidade, anais do x encontro de geógrafos da América latina*, pp. 6774-6792, Universidade de São Paulo.

Hodson, D. (1997). *Going Beyond Cultural Pluralism: Science Education for Sociopolitical Action.* Wiley & Sons, *83,* pp. 775–796

IGAG, Instituto Geográfico Agustín Codazzii. http://www.igac.gov.co/igac

INCODER, (2010) Resguardos indígenas legalmente constituidos.

ONU (1972) Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972 (publicación de las Naciones Unidos, No. de venta: S.73.II.A.14 y corrección). Extractado de http://www.un.org/esa/dsd/ agenda21_spanish/res_riodecl.shtml

Irastorza, P. (2006). Integración de la Ecología del paisaje en la planificación territorial. Aplicación a la comunidad de Madrid. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Jiménez, F (2009). Hacia la consolidación del territorio urbano del distrito capital de Bogotá. *Revista de ingeniería, pp.* 96-99. Bogotá: Universidad de los Andes.

Leff, E. (2008). *Discursos sustentables*. México: Editores, Siglo XXI.

López, F., Beatriz, D. & Arias, C. (2010). Relaciones entre el concepto de movilidad y la ocupación territorial de Medellín. *Revista EIA, 13*, pp. 23-37.

Llanos, L. (2010). El concepto del Territorio y la investigación en las Ciencias Sociales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 7* (3), pp. 213-220.

Marteos, M., Basilisa, M. & Vilanova, S. (2011). Contenido y naturaleza de las concepciones de profesores universitarios de biología sobre el conocimiento científico. *Enseñanza de las Ciencias, 10,* (1), pp. 23-39.

Meza, C. (2006). Territorios de frontera: Embate y resistencia en la cuenca del río Cacarica. *Universitas humanística, 62,* pp. 385-429.

Molina, A & Martínez, C. (2009b). Concepciones de los profesores: perspectivas para su estudio en contextos culturales diversos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3180-3185 http://ensciencias.uab.es/congreso09/ numeroextra/art-3180-3185.pdf

Molina, A. (2010). Una relación urgente: Enseñanza de las Ciencias y Contexto Cultural, *EDUCyT, 1* (1), pp. 1-12.

Molina, A., et al. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias*. Serie investigaciones, 2; pp. 45-50. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Morales, R. (2000). El relieve de los montes Obarenes (Burgos), Boletín de la A.G.E, 31, 241-252, Tesis Doctoral. España: Universidad de Valladolid.

Moreno, M. & Azcárate, G. (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Enseñanza de las Ciencias, *21* (2), pp. 265-280.

Motta, N. (2006). *Territorios e Identidades.* Centro de Estudios de Género, Mujer y Sociedad. Cali: Universidad del Valle.

Nates, B. & Raimond. (2006). Cartografía Semiótica para la comprensión de territorios de conflicto. *Estudios Políticos, 29,* pp. 99-120.

Ortega, J. (2005) Constitución política Colombia Extractado de

http://www.contraloriapereira.gov.co/files.php?fid=24&fcid=2&PHPSESSID=0af317a9c52c6247711881ae5e8d5551..

Osorio, L. (2001). *Espacio y Territorios: Razón, pasión e imaginarios*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Unilibros.

ONU. (2006). Pueblos indígenas y afrodescendientes de América Latina y el Caribe: información sociodemográfica para políticas y programas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/25730/pueblosindigenas_final-web.pdf

ONU. (2007). Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas, resolución aprobada por la Asamblea General, 13 de septiembre.

Ortiz, R. (2002). *Otro Territorio.* Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Patiño, O. (2011). Gestión y minimización de los impactos socio ambientales generados fuera del derecho de vía en la etapa de construcción de carreteras caso: variante Fusagasuga-Cundinamarca.

Plant, R. & Halkof, S. (2002). *Titulación de tierras y pueblos indígenas*. Washington: BID.

Ravenet, M. (2002). Espacio y Territorio en los estudios sociológicos en Cuba, Tesis Doctoral, Universidad de la Habana.

Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio, técnica y tiempo. Razón y emoción*. Barcelona, España: Ariel.

Sauve, L. (2005). *Uma cartografia das corrientes em educaçao ambiental. Educação ambiental - Pesquisa e desafíos,* pp. 17-46. Porto Alegre: Artmed.

Semper, F. (2006). Los derechos de los pueblos indígenas de Colombia en la jurisprudencia de la Corte Constitucional. *Anuario de Derecho Constitucional Latinoamericano*, pp. 761-778.

Sevilla, M. (2000*). Introducción Histórica a la geodesia.* Instituto de Astronomía y Geodesia. Facultad de Ciencias Matemáticas. Madrid: Universidad Complutense.

Sevilla, M. (2000). *Introducción histórica a la geodesia.* Instituto de Astronomía y Geodesia. Facultad de Ciencias Matemáticas. Madrid: Universidad Complutense.

Universidad Tecnológica del Chocó, extractado de www.utch.edu.co

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, extractado de www.udistrital.edu.co

REFLEXIONES SOBRE ALGUNOS ALCANCES DEL RACISMO CIENTÍFICO EN COLOMBIA

María Juliana Beltrán Castillo

Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación

DIE - UD

Introducción

El siguiente texto se fundamenta en las reflexiones de la línea de investigación enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural que buscan una educación en ciencias que reconozca tal diversidad, al valorar al otro y a su diferencia, sin que ello implique desigualdad o desconexión (García, 2004); reflexiones que plantean una educación intercultural que permita el reconocimiento, contrastación e intercambio de saberes como lo proponen Jegede (1995), George (2001), Cabo y Enrique (2004), Molina (2010) y Molina y Utges (2011); una educación que supere la discriminación y oriente hacia el respeto a la diversidad, la ciudadanía y la equidad social (Hodson, 1999; Molina, Martínez, Mosquera & Mojica, 2003; Lee, 2005; Verrangia & Silva, 2010; Pérez, 2011; Molina & Mojica, 2011; Molina, 2012) y como propone Martins (2008), una educación que forme sujetos emancipadores, a los que el aprendizaje en ciencias les permita tomar decisiones responsables en situaciones sociales que involucren el conocimiento científico.

De este modo, en la enseñanza de las ciencias, cobra gran importancia analizar el papel social de la ciencia en la construcción y transmisión de ideologías excluyentes y discriminatorias, que se fundaron bajo el concepto biológico de "raza humana" que aunque en la actualidad no tiene sustento científico "jerarquizó a los seres humanos, por su color de piel o proveniencia étnica"; al respecto, en las siguientes líneas, se expone el *racismo científico,* al considerar cómo las ciencias naturales se han relacionado con prácticas discriminatorias como el racismo (Dennis, 1995; Cravens, 1996; Bitlloch, 1996; Sealing & Blood, 2000; Sánchez, 2006, 2007, 2008; Dewbury, 2007; Gallego, 2011) y se abordan algunos ejemplos de la discriminación en Colombia, como resultado de la influencia social y política de este tipo de racismo que imperó en los siglos XVIII y XIX en Europa y que aún subsiste en diferentes estamentos como la escuela, los medios de comunicación y los discursos religiosos, deportivos, políticos y científicos (Cooper & David, 1986; Krieger & Fee, 1994; Miller, 1998; Winant, 2006; Spracklen, 2008).

Así, aunque el concepto biológico de "raza humana" sobre el cual se fundó el racismo, no existe ni tiene la validez científica que se le dio durante los siglos XVIII y XIX (Van Dijk, 1987; Lewontin, Rose & Kamin, 1996; Marín, 2003; Sánchez, Sepúlveda & el Hani, 2013), en la actualidad permanece la discriminación social producto de ese racismo, que se puede ilustrar en pleno siglo XXI, por ejemplo, con el discurso de personajes con reconocimiento científico en el campo de la genética, como el del Nobel James Watson biólogo y codescubridor de la estructura de la molécula de ADN, quien, como lo documenta C. Ramírez (2007), el 14 de octubre de 2007 en el Sunday Times de Londres sugirió que "los africanos son menos inteligentes" cuando se manifestó "pesimista respecto al futuro de África", explicando que "todas las políticas sociales están basadas en el hecho de que su inteligencia es la misma que la de los blancos, cuando todas las pruebas indican que en realidad no es así". Este tipo de discurso manifiesta una ideología racista amparada en una explicación de un representante de la ciencia, lo cual es una manifestación clara de lo que se denomina racismo científico, y muestra la emergencia de discutir al respecto, pues si en pleno siglo XXI, un científico reconocido como Watson, hace afirmaciones de diferencia de inteligencia entre los seres humanos, aun cuando actualmente se conoce que el concepto de "raza humana" sobre las que se fundaron tales diferencias, no tiene sustento real, qué se esperará que pase, con los discursos en educación, religión y medios de comunicación que seguramente se construyen a partir de las enunciaciones de la ciencia.

Racismo científico

Para comprender la concepción de racismo científico, se explica el concepto de "raza humana" que fue la base y justificación de este tipo de racismo y que cómo se ha mencionado anteriormente, en la actualidad a partir de estudios genéticos, se ha encontrado que no tiene sustento científico; también se ilustran algunos ejemplos que permitirán establecer la relación entre éste y las ciencias naturales, la filosofía y la antropología.

¿Qué se entiende por racismo científico?

Para Molina, El Hani y Sánchez (2014) el racismo científico **es** el conjunto de discursos científicos, prácticas y teorías que desde la biología humana, la antropología y la medicina defienden algún tipo de "jerarquía racial"; de acuerdo a Verrangia y Silva (2010) en el desarrollo de esta clase de racismo y en la orientación de la desigualdad de las relaciones étnico-raciales, fue importante el rol de las teorías raciales de los siglos XVIII y XIX, que aún en la actualidad prevalecen en la enseñanza de las ciencias; teorías que se fundaron en el concepto de "raza humana" que a lo largo del tiempo se ha construido desde

las ciencias naturales y a nivel social, político y religioso desde diferentes perspectivas, presentando una variedad de significados que han desencadenado diversas consecuencias en el desarrollo sociocultural de la humanidad.

Así, Del Olmo (2003) explica que para algunos autores la palabra "raza" procede de la desinencia latina *radix*, que significa "casta o calidad de origen o linaje", mientras que para otros, proviene del italiano *razza*, que quiere decir "familia o grupo de personas", esta última acepción, a su vez, derivaría de la palabra árabe *râs*, que significa "origen o descendencia"; de igual manera, el autor indica que la palabra "raza humana" tiene dos significados: uno taxonómico desde las ciencias naturales que define a la "raza" como "cada uno de los grupos en que se subdivide la especie humana, según diferencias en el cuerpo de los hombres" y otro, que define "raza humana" desde una visión étnica, con un significado etno-cultural dándole la equivalencia a pueblo o grupo humano unido por lazos de sangre, historia y cultura. En este mismo sentido, Marín (2003) explica que la palabra "raza humana" llegó a Europa con la invasión de los árabes a España a partir del siglo XV y luego fue reproducida en otros lugares del mundo durante los procesos de colonización. "Este concepto sirvió al colonialismo portugués y español, para denominar y denigrar a "los otros", africanos y amerindios, justificando ideológicamente su dominación y exterminio, debido a sus supuestas inferioridades biológicas y culturales" (p. 107).

Hering (2003) expresa que en el transcurso de los últimos 500 años la sociedad ha sido testigo de diferentes construcciones del concepto de "raza humana": como un criterio de categorización pseudocientífico en la antropología, como elemento constitutivo de la nobleza francesa, como criterio determinante para conservar la vida o determinar la muerte dentro del sistema nacional socialista o como agente de la "limpieza de sangre" en la Monarquía española.

Al respecto, Sánchez (2008) afirma que a finales del siglo XIX, las ciencias naturales hicieron del estigma racial un dogma concluyente para la sociedad de la época, siendo la biología humana la encargada de confirmar la existencia de una brecha entre "el hombre blanco y el resto de los grupos raciales". Fue así, que en Norteamérica y Europa las ciencias naturales demostraron una "verdad" sobre la biología evolutiva humana que desencadenó racismo sobre los pueblos de origen no europeo y sobre las comunidades consideradas "más débiles del planeta" (africanos negros, esclavos de las plantaciones americanas, aborígenes australianos, indios, malayas, pigmeos, entre otros) desde el punto de vista humano, social, cultural, económico y militar, situándolos en una escala de inferioridad evolutiva.

Así, las ciencias naturales del siglo XVIII y XIX jerarquizaron los seres humanos de acuerdo al color de piel y a las características físicas que se explicaban

desde el concepto de "raza humana" (Gómez, 1993; Bitlloch, 1996; Broyles, 1998; Sánchez, 2006; Hering, 2007; Castillejo, 2007; P. Oliveira, I; Oliveira & Beltrão, 2010; Gallego, 2011), concepto que según Dennis (1995) permitió la construcción del racismo científico que más tarde se fortaleció por las teorías de evolutivas de Darwin y por ciencias como la psiquiatría, la psicología y la antropología.

Racismo a partir de las ciencias naturales. Como lo explican Bitlloch (1996) y Martinelli (2010), en el siglo XVIII, el sueco y naturalista Carl von Linneo clasificó al hombre en el Systema Naturae de 1735 como *Homo sapiens*, con las siguientes variedades:

Homo sapiens americanus: colorado, colérico, de porte derecho, de piel morena y cabellos negros, lacios y espesos, con labios gruesos, fosas nasales largas, porfiado, contento con su suerte, tenaz, satisfecho, libre.

Homo sapiens europeaus: blanco, sanguíneo, musculoso, cabellos rubios, largos y espesos, inconstante, ingenioso, cubierto totalmente con ropas, gobernado por leyes, ágil, vivaz, dotado de inventiva.

Homo sapiens asiaticus: amarillo, melancólico, de fibras rígidas, cabello negro, ojos marrones, severo, fastuoso, avaro, vestido con largas túnicas, gobernado por la opinión, duro, arrogante, mezquino.

Homo sapiens afer: negro, flemático, de complexión débil, con cabellos crespos, astuto, perezoso, negligente, con el cuerpo frotado con grasa, lento y gobernado por la voluntad arbitraria de sus dueños.

Aunque Linneo no utilizó propiamente el término "raza humana", la caracterización que hizo no sólo física sino también de comportamiento, estableció una jerarquía del hombre blanco sobre los demás individuos y creó estereotipos negativos para los asiáticos y los africanos, de los cuales se valió la sociedad de la época para legitimar el racismo y las prácticas discriminatorias que se derivan del mismo. El término "raza humana" en el sentido de las variedades de Linneo, como lo explica Martinelli (2010), lo usó el naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, en su *Historia natural, general y particular* de 1749, complementándolo al proponer que éste tenía en cuenta las diferencias entre los hombres según el clima, la alimentación y las costumbres; esto se conoce hoy como determinismo geográfico.

El siglo XIX también fue testigo de diferentes afirmaciones racistas desde las ciencias naturales, como lo explica Rodríguez (2012) al ilustrar que en 1844, el médico y profesor de Anatomía, presidente de la Academia de Ciencias en Francia, Antoine Etienne Reynaud Augustin Serres planteó que para fortalecer los estudios de antropología comparada se fundara un museo de fotografías de la "raza humana" y al respecto, en 1865 el científico suizo Louis Agassiz y el

fotógrafo portugués Christiano Júnior crearon archivos fotográficos del cuerpo "negro" de brasileros que expusieron como índice de desposesión y subordinación, para instruir a los "blancos" norteamericanos sobre la negritud y sobre la forma de recuperar la musculatura y las características físicas de los esclavos que los hacían "distintos e inferiores". De forma semejante, Hering (2007) describe que en 1850 Robert Knox, anatomista inglés clasificó a los africanos y a los judíos como "razas inferiores"; así mismo, Sánchez (2008) indica que en 1863 el científico alemán Carl Vogt explicaba la inferioridad evolutiva del negro al compararlo biológicamente con el alemán, concluyendo que la "raza africana" no debía considerarse dentro de la especie humana, sino como primates diferentes.

Según Sánchez (2008), las afirmaciones de Darwin, explicaban que existían diferencias enormes en las facultades mentales de los hombres de "diferentes razas"; afirmaciones que sumadas a las observaciones realizadas por Virchow y Broca sobre la herencia de caracteres adquiridos y los principios lamarckianos explicaban que ciertas razas sometidas a condiciones ambientales desfavorables se hubieran estancado o degenerado. Al respecto, Darwin sin olvidar la influencia del medio, atribuía a la selección natural la enorme superioridad evolutiva del hombre civilizado sobre los nativos.

Racismo a partir de la medicina y la antropología. En la medicina el concepto de "raza humana" fue adaptándose como un referente de clasificación para la humanidad, como lo explica Bitlloch (1996) al afirmar que en 1684 el médico francés Francois Bernier argumentó en un artículo del *Journal des savants,* que la Tierra se podía dividir según las características físicas de los hombres que la habitaban, así diferenciaba cuatro "razas humanas", la primera comprendía los europeos, los africanos del norte, los persas, los árabes, los americanos y los habitantes de la India y la Insulindia; la segunda, los demás africanos; la tercera, los asiáticos amarillos, y la cuarta, los lapones.

El antropólogo Johann Friedrich Blumenbach en 1781 compartía la posición del naturalista Buffon explicando las diferencias raciales basadas en el ambiente, definiendo así cinco "razas humanas": la europea, la asiática, la africana, la americana y la de los habitantes de Malasia, Filipinas y las islas del Pacifico; luego, el cirujano alemán Samuel Thomas Von Sömmerring en 1784, afirmó que el hueso occipital de los africanos está más atrás que el de los europeos, sugiriendo que los africanos se hallaban más cerca de los animales que de los humanos, concepto que contribuyó al racismo científico patrocinado por médicos del siglo XVIII como Petrus Camper y el inglés Charles White (Bitlloch, 1996).

De acuerdo con Gómez (1993), la antropología se encargó de desarrollar la antropometría, útil para medir los huesos largos, el cráneo y la nariz con el

objetivo de establecer ciertas medidas típicas llamadas *índices antropométricos* que servían para identificar un "tipo racial determinado". Así, según Sánchez (2007), dados los cálculos antropométricos y los gráficos de la anatomía comparada de las "razas humanas" la ciencia del "hombre blanco" demostró la superioridad biológica de éste, sobre los demás individuos; tal es el caso, que incluso algunos intelectuales de color llegaron a aceptar la "*confirmación científica de la inferioridad del negro"* admitiendo que éste perdería en el combate racial. Al respecto, Büchner en su libro *El hombre según la ciencia,* afirmó que las "razas retrasadas" como la de los chinos o negros americanos no podrían sostener por considerable tiempo la competencia con el "hombre civilizado" que ha formado el cerebro europeo, a menos que pierdan las características de su raza y hagan propia tal civilización.

Jiménez (2012) también hace referencia a los planteamientos y ensayos del médico y antropólogo francés, Paul Broca que como pionero de la craneometría, quiso demostrar la superioridad del blanco sobre otras "razas humanas", encontrando que no habían argumentos para tal suposición, sin embargo él y otros científicos seleccionaron los datos que se ajustaban a ésta; Así, se implantó la relación entre el tamaño del cráneo, del cerebro y la "jerarquía racial", ejemplo de esto fueron las afirmaciones del médico y científico estadounidense Samuel George Morton, que en su obra *Crania Americana* de 1839, aseguró que tenía pruebas científicas que confirmaban la "incapacidad del indio" para la civilización, dado que es incapaz de razonar sobre temas abstractos y describió que los chinos eran comparados con la raza de los monos, dado que sus sentimientos y actos eran demasiado veleidosos.

Racismo a partir de la historia y la filosofía. No solo las ciencias naturales hacían referencia al concepto de "raza humana", pues como lo indica Gallego (2011) también el plano filosófico estuvo impregnado de prejuicios raciales, tal es el caso de Voltaire que en su famoso *Diccionario filosófico* (*Dictionnaire philosophique portatif*, de 1764) argumentó que los "negros" eran una especie separada e inferior y otro caso fue Immanuel Kant, quien en su escrito "*On the Different Races of Man"* de 1775 decía que las razas diferían mucho unas de otras, en constitución, aclimatación, propensión a ciertas enfermedades y en sus características mentales; estas afirmaciones en el campo de la filosofía reafirmaron aún más la posición racista de la época.

Hering (2007) describe cómo el Conde Arthur de Gobineau, filósofo francés apoyó la idea del anatomista inglés Robert Knox, sobre las "razas inferiores", al referirse en sus escritos, a las características de las diferentes clases de "razas": "la raza de los negros" (brutal, sensual y cobarde), "la raza de los amarillos" (débil, mediocre y materialista) y la "raza blanca" (inteligente, enérgica y llena de coraje), así, propuso en el *"Ensayo sobre la desigualdad de las razas*

humanas, 1853-1855" que éstas son desiguales y por ello la sociedad debía crearse bajo estamentos raciales en los que la "raza blanca" conquistara las "razas subordinadas"; según Marín (2003) y Hering (2007) Gobineu también afirmaba que el mestizaje, desencadenaba la "degeneración de las razas" que se reflejaba en la decadencia o muerte de la civilización. De esta manera, otros intelectuales presentaron sus teorías raciales, como Edward Long que en su libro *History of Jamaica* de 1774 situaba a los afrodescendientes entre lo humano y lo animal (Rodríguez, 2012).

Concepto de "raza humana" en la actualidad. Marín (2003) señala que los avances investigativos en genética de poblaciones y biología molecular han revolucionado el mundo al dar explicaciones sobre el hombre, tal como lo explica Gómez (1993) al afirmar que la genética de poblaciones permitió cambiar las "tipologías raciales" de la antropología antigua por la noción de población con dosificación genética variable. Frente a este tema, de acuerdo a Oppenheimer (2007), Juan Luis Arsuaga, director del Centro de Evolución y Comportamiento humanos de España dice que la afirmación *"los negros"* es un concepto que desde el punto de vista científico carece de sentido, no existe. De hecho, "África es la región del planeta con mayor diversidad genética", afirma "los humanos somos una de las especies de mamíferos más homogéneos porque somos una especie joven; diferencias muy aparentes como el color de la piel, por ejemplo, son genéticamente minúsculas"; "no hay la más mínima conexión entre genes relacionados con el color de la piel con genes relacionados con funciones necesarias para la actividad intelectual", explica Alberto Ferrús, director del Instituto Cajal de Neurociencias de España.

Aunque a mediados del siglo XIX, desde la misma ciencia sobre la cual se construyó el racismo científico, se han hecho las aclaraciones respecto a la errónea concepción biológica de la existencia de diferentes "razas humanas"; este racismo ideológico derivado de dicha concepción, ha permanecido y se ha transmitido en la sociedad durante cientos de años, con alcances funestos de los que no se ha librado nuestro país; en este sentido, a continuación se ilustran algunos ejemplos de las implicaciones del racismo científico en Colombia.

Algunas implicaciones del racismo científico en Colombia

Antes de describir las implicaciones del racismo científico en Colombia, es importante resaltar que los conocimientos llegados al "nuevo mundo" se centraron en la historia natural y la filosofía que era difundida por los religiosos españoles de la época. Así mismo, los conocimientos de historia natural en El Nuevo Reino de Granada, se fueron dilucidando por la óptica de los colonizadores y por las observaciones en los trabajos de exploración como la Expedición Botánica (1783-1813) dirigida por José Celestino Mutis y la Comi-

sión Corográfica de 1850 dirigida por Agustín Codazzi; trabajos que pretendían describir el territorio y hacer la cartografía del mismo, desde el contexto de la historia natural (Chona et al., 1998). En este sentido, los conocimientos sobre las "razas humanas" llegaban al territorio que hoy llamamos Colombia, desde la visión y objetivos de los colonizadores españoles y se iban con la confirmación de tales prejuicios raciales, lo cual colocaba en desventaja, la óptica y realidad de la población colombiana.

Por ejemplo, las afirmaciones de los naturalistas europeos como Buffon, sobre la relación del clima con las características físicas y morales de los seres vivos, en las que el trópico, el calor y la humedad producían hombres débiles y degenerados, instauró la concepción de que el "Nuevo Mundo" era poco apto para la civilización, lo que configuró de entrada un estereotipo de inferioridad para quienes habitaban ese territorio. Al respecto, los criollos de la Nueva Granada como Francisco José de Caldas y Jorge Tadeo Lozano reconocieron tal influencia del clima sobre la civilización, por lo cual explicaban que las tierras y el clima de las montañas de los Andes permitirían el florecimiento de la civilización (Nieto, 2007); así, José Ignacio de Pombo analista económico y mano derecha de Caldas, sustentó la "superioridad de las razas" de climas fríos y templados y la inferioridad y salvajismo de los que habitan las zonas selváticas del territorio, las costas y los llanos, individuos que casualmente tenían un color de piel más oscuro (Camargo, 2011). Estas afirmaciones desde la geografía y la economía configuraron una jerarquía social discriminatoria entre los colonizadores y los colonizados, y a la vez entre éstos últimos; así, la discriminación se conformó como un hecho natural, derivado de las explicaciones de la ciencia europea y acogido por los intelectuales locales.

Según la Comisión de Derechos Humanos (2012), "la discriminación es un fenómeno social que vulnera la dignidad, los derechos humanos y las libertades fundamentales de las personas" (…) (p.5). "Discriminar significa seleccionar excluyendo; esto es, dar un trato de inferioridad a personas o a grupos, a causa de su origen étnico o nacional, religión, edad, género, opiniones, preferencias políticas y sexuales, condiciones de salud, discapacidades, estado civil u otra causa" (p. 5). En este sentido, Soler (2013) afirma que en Latinoamérica se han acumulado procesos de discriminación que han hecho que la población blanca subvalore a las personas por aspectos raciales, étnicos o culturales.

De acuerdo a Almario et al. (2007) la historia de las desigualdades y la discriminación en América latina subyacen en la dimensión racial constituida por las instituciones propias de la colonia y de la república; así, en Colombia, a través de los siglos XVIII, XIX y XX se evidenciaron procesos de discriminación que han estado ligados al falso concepto de "raza humana" y su relación con el comportamiento humano.

Por ejemplo, el intelectual Luis López de Mesa que en 1934 como Ministro de Educación explicó, como lo indica Restrepo (2007), que en Colombia hubo un proceso de mestizaje entre una "raza superior" y dos "razas inferiores", dando como resultado el mestizo y el mulato, que no alcanzarán la cima de la "inteligencia superior"; así, el mestizo derivado de la mezcla entre indio y blanco es un individuo que no sufrió disminución en la inteligencia del blanco por la inferioridad del indio, sino que adquirió don de análisis y sutileza que le permitirán estar en cargos de jurisprudencia, política y sacerdocio; el mulato derivado de la mezcla entre negro y blanco es un individuo más rebelde, que elevó a orgullo la vanidad del negro, mejoró la imaginación y su gusto por la oratoria y la literatura.

De igual manera, el abogado Rafael Uribe Uribe, como lo describe Jiménez (2012), consideraba que los indígenas eran un obstáculo para el desarrollo industrial del país y que gran parte de Colombia estaba en manos de "salvajes"; además constataba que como promulgaba una ley, cuando se encuentra una "raza civilizada" con una bárbara, la civilizada tendrá que exterminar o esclavizar a la bárbara, o enseñarle su lengua; Laureano Gómez apoyó estas ideas al afirmar que los mestizos que conformaban Colombia eran un grupo étnico inferior; ideas que se articularon con las de Luis Eduardo Nieto Caballero, Eduardo y Enrique Santos que atribuían la estabilidad económica y política de Argentina, Chile y Uruguay a la "desaparición del negro". Con este falso legado de inferioridad y superioridad de razas humanas, Colombia construyó su proyecto de nación, fundado bajo estereotipos discriminatorios, que relacionan la "raza humana" con el progreso, con el comportamiento criminal y con el estado mental y de salud de las personas, estereotipos y prejuicios que explican muchos de los problemas de violencia y desigualdad social que se vivieron tiempo atrás y que aún persisten en nuestro país.

Para ilustrar lo anterior, a continuación se ejemplifican las algunas relaciones entre la noción de "raza humana" y aspectos como la criminalidad, la mente y la salud, que en conjunto determinaban el progreso en Colombia, durante el siglo XX.

"Raza humana y criminalidad"

Según lo describe Castro (2007) el 2 de septiembre de 1916, el doctor Martín Camacho en su discurso "Criminología", en Bogotá, dijo que la criminalidad es una enfermedad hereditaria, que el delincuente es delincuente por herencia, y esto explicaba por qué era tan importante estudiar la historia biológica del mismo; también dijo que la sabiduría popular reconocía la relación que había entre el comportamiento anormal de las personas y su origen étnico, pues se hacían las siguientes aseveraciones: "judío: usurero; negro: no la hace limpia;

indio: desconfiado; chino: sucio; egipcio: embustero; gitano: ladrón; francés: parlanchín e inglés: serio". Con estas afirmaciones explicadas desde la medicina y en las que se consideraba directamente la relación del comportamiento anormal con el origen étnico, era imposible que la sociedad de la época no se impregnara de este proceso discriminatorio.

Otro caso que llama la atención, es el descrito por Páramo (2010) quien explica que el abogado Jorge Eliécer Gaitán en 1935, en un proceso judicial de defensa, en un caso de asesinato, apoyándose en las afirmaciones del médico psiquiatra Miguel Jiménez López discutía, que su cliente (de ascendencia judía) poseído por la ira, se había sometido a la presión ancestral del temperamento racial y a la violencia irracional de su sangre, pues según el psiquiatra, en muchas familias ilustres en las que se encontraba un criminal, existía un porcentaje de sangre negra, de sangre africana. De este modo, la "raza humana" se convirtió en un elemento probatorio a la hora de un proceso judicial, como lo afirmó Cesari Lombroso, padre de la antropología criminal en Europa.

"Raza humana y mente"

El 11 de agosto de 1916, el médico Miguel Jiménez López en la Facultad de Medicina, de la universidad Nacional de Colombia, en la conferencia inaugural de la catedra de clínica de patología mental enunció que la "herencia racial" era la causa de las patologías mentales; pues dijo que los caracteres originarios de las "razas en Colombia" no favorecían un "cruzamiento feliz", pues a la llegada de los españoles, las razas indígenas se encontraban en decadencia cultural y los chibchas aun siendo el pueblo más avanzado de Colombia, eran un pueblo "degenerado precozmente" por el consumo de bebidas fermentadas como la chicha, pueblo incapaz de ofrecer resistencia al conquistador Europeo que se caracterizaba por ser de una "raza" forjada en medio de las guerras, sicológicamente más violentos y abominables; entonces de ese cruce de estas dos razas deficientes nacía un pueblo marcado por la resignación, impotencia y violencia; sin olvidar que la geografía colombiana contribuía a la depresión y melancolía si se está en las montañas de los Andes, o favorecía la locura y pasión si se está en un clima tropical (Castro, 2007). Aunque las afirmaciones de Miguel Jiménez López fueron refutadas por los médicos Emilio Robledo y Alfonso Castro, con datos e información científica, tales estereotipos se crearon desde ese entonces y se han mantenido a lo largo de los años, causando una estigmatización negativa de origen étnico y geográfico (Jiménez, 2012).

Runge y Muñoz (2005) también documentan que el médico Miguel Jiménez López afirmaba que la inferioridad mental y fisiológica del colombiano era producto de un mestizaje defectuoso que se percibía por factores que demostraban la degeneración de la raza, tales como la baja estatura comparada con la de los

europeos, la belicosidad, criminalidad, prostitución, poca actividad intelectual, baja producción de ideas y las deficiencias físicas.

"Raza humana y salud"

En Colombia a finales del siglo XIX y comienzos del XX, como lo indican Cardona y Vásquez (2011), los médicos vinculaban las enfermedades deformantes, las manifestaciones de taras patológicas, las "degeneraciones constitutivas de la raza" y el clima. En efecto, en Tunja, en 1913, en el Congreso Nacional de Medicina, el médico Luis Felipe Calderón al presentar un trabajo sobre síndromes poliglandulares de la tiroides, sostuvo que los elementos que constituyen la degeneración, eran evidentes en las alteraciones de las glándulas endocrinas en los habitantes de la altiplanicie cundiboyacense, para lo cual adjuntó fotografías que apoyaban su opinión frente al problema de la descomposición física y mental de las "razas humanas" en Colombia.

En el tema de enfermedades infecciosas, Castro (2007) indica que el médico Laurentino Muñoz propuso que el Estado presentara una ley que prohibiera el matrimonio y las relaciones sexuales para las personas con sífilis o tuberculosis y que evitara el nacimiento de personas enfermas y de esta manera permitir solo la procreación de los más aptos.

"Raza humana y progreso"

Como lo explica Castaño (2014), los intelectuales criollos en su afán de construir una identidad nacional y basados en las teorías del determinismo geográfico, la desigualdad de las "razas humanas" y la "superioridad" de los europeos, proponen el mestizaje biológico y cultural como la vía hacia el progreso de la nación, para lo cual era propicio eliminar a indígenas y "negros" quienes significaban un "atraso" en la sociedad que se estaba conformando.

Así, de acuerdo a Álvarez (2006) algunos pensadores del siglo XIX y XX como Gobienau, Houston Stewart, Chamberlain y Madison Grant consideraban que el progreso estaba determinado por una determinada "raza humana"; en este sentido, el psiquiatra y sociólogo Luis López de Mesa en 1934 afirmaba que una forma en la que Colombia llegaría a la civilización contemporánea era la fusión de razas pues "el cruzamiento con las razas superiores sacaría al indígena de su postración cultural y fisiológica" (Páramo, 2010), es por eso que el estado debía permitir la inmigración de extranjeros, especialmente europeos.

Por esta misma vía, según Runge y Muñoz (2005), Castro (2007) y Páramo (2010), el médico Miguel Jiménez López afirmaba que el problema de Colombia era un problema biológico que se podía solucionar al "rejuvenecer la raza" mediante su cruzamiento con "razas superiores" y una forma de hacerlo era

que el estado favoreciera la inmigración de personas que permitieran blanquear y europeizar la población y que tengan ciertos rasgos científicamente determinables como la "raza blanca", talla y peso superiores a la media colombiana, índices antropométricos determinados, carácter sanguíneo-nervioso, en fin, europeos industriosos y honestos. Según este médico, apoyado en las teorías de herencia de Mendel, "las razas asiáticas" no se debían mezclar con "las razas mestizas de américa latina" porque se reforzarían los elementos degenerativos ya existentes en estas y explicó el caso de Perú, en el cual el resultado de la mezcla entre japoneses de sangre mongólica y las "razas nacionales" (indios, cholos y negros) tiene deformidad moral y física. Así mismo, López de Mesa hablaba del "error de mezclar un indígena con un africano" o con los mulatos que de él se deriven, debido a que se sumarían los vicios y defectos de las dos "razas", al tener un zambo astuto, indolente, ambicioso, sensual, hipócrita, ignorante, enfermizo, inadaptable y viciado de locura (Páramo, 2010 & Restrepo, 2007).

En este proceso de inmigración y con la persecución de Hitler a los judíos, muchos de ellos buscaron resguardo en América Latina, pero Luis López de Mesa como Ministro de Relaciones Exteriores del país, no permitió su ingreso, respaldándose en las teorías raciales de Miguel Jiménez López, según las cuales, "los negros, indios, y mestizos eran ciudadanos inferiores". Así, Rafael Reyes apoyado en el discurso de Miguel Jiménez López en 1919, afirmó que en Colombia se debía fomentar la migración europea, incluso la japonesa, pero se debía prohibir la de chinos e hindúes "razas degeneradas por el servilismo" (Jiménez, 2012).

Con lo anterior se puede deducir, que en Colombia se consolidó fuertemente la eugenesia que como la describe Pedraza (1996, 1997) es la creencia del perfeccionamiento de la especie humana por la vía biológica; creencia que se construyó a partir de las leyes de la herencia y del darwinismo; así como lo indica Bizzo (1995), en el siglo XIX en muchos países, se acogieron las ideas eugenésicas de Morel, Lombroso y Krafft-Ebing que se sustentaron en las de Francis Galton, primo de Darwin, que con su articulación biológica y matemática se refirió a las diferencias raciales y al "mejoramiento de la raza", sugiriendo que ésta, debía ser controlada por el Estado y que aquellos puntos heredados de generación en generación que se salieran de la media que se esperaba debían ser eliminados.

En consecuencia, el ideólogo Laureano Gómez impulsó un proyecto eugenésico consolidado en la ley de inmigración 114 de 1922 (Camargo, 2011), que en su artículo primero señala:

> Con el fin de propender al desarrollo económico e intelectual del país y al mejoramiento de sus condiciones étnicas, tanto físicas como morales, el Po-

> der Ejecutivo fomentará la inmigración de individuos y de familias que por sus condiciones personales y raciales no puedan o no deben ser motivo de precauciones respecto del orden social o del fin que acaba de indicarse, y que vengan con el objeto de laborar la tierra, establecer nuevas industrias o mejorar las existentes, introducir y enseñar las ciencias y las artes, y en general, que sean elemento de civilización y progreso. (p.1)

Y en el artículo 11 indica que "…Queda prohibida la entrada al país de elementos que por sus condiciones étnicas, orgánicas o sociales san inconvenientes para la nacionalidad y para el mejor desarrollo de la raza (p. 1)" (Congreso de Colombia, 1922).

Consideraciones finales

Aunque desde las ciencias naturales el concepto de "raza humana" fue consolidado y construido erróneamente a partir de la observación del fenotipo de las personas, es decir, de sus características físicas como el color de piel, el color o forma del cabello, la nariz o la estatura y de aspectos culturales, geográficos e históricos, es imprescindible aclarar aquí, que dicho concepto biológicamente no existe, ni tiene la validez científica que se le dio durante los siglos XVIII y XIX sin embargo, aún se utiliza como justificación de procesos discriminatorios.

El racismo científico se fundó en las teorías raciales, que desde las ciencias naturales explicaron de forma equivocada el concepto de "raza humana" que jerarquizaba a los individuos de acuerdo a sus características fenotípicas; el uso y comprensión de tal concepto sumado a los procesos de colonización y a la óptica de los colonos, desencadenó una falsa supremacía de los blancos sobre otros individuos y largos eventos de discriminación y violencia para los pueblos africanos y amerindios.

En Colombia se configuraron procesos fuertes de discriminación que se sustentaron en las teorías raciales europeas que afirmaban desde la biología y la medicina la "existencia y jerarquización de razas humanas" atendiendo al color de piel de los individuos y a la región en la que éstos habitaban; así, los intelectuales de la "Nueva Granada" construyeron un ideal de nación fundado en el determinismo geográfico y en los estereotipos de "inferioridad" del indígena y del africano con relación a sus "pocas habilidades intelectuales, a su comportamiento negativo, bélico y criminal, a su relación con el atraso y la barbarie y la tendencia a ciertas enfermedades".

En este país, los procesos de discriminación a raíz de la "supuesta jerarquización racial" se fundaron primordialmente por las explicaciones de los médicos locales, que influenciados por las teorías biológicas europeas, constataban la

superioridad del "blanco europeo" sobre los otros individuos; de esta manera, los mismos colombianos negaron su identidad, su riqueza cultural y biológica, estableciendo unas diferencias y desigualdades que fueron leídas desde el color de la piel y desde el origen de cada individuo; así, indígenas, africanos, mulatos, zambos y mestizos configuraban una población que nunca tuvo igualdad de derechos, tan sólo una cadena interminable de hechos discriminatorios que los querían poner incluso, al borde del exterminio, o como algunos intelectuales lo plantearon en 1920, al trampolín a la civilización y al progreso, gracias a un "mestizaje salvador" que con la supuesta "herencia racial" de los europeos acabaría con la "inferioridad racial" de los colombianos.

Aunque durante años se ha explicado desde la genética, que el concepto biológico de "raza humana" no existe, es claro que sí existe el racismo científico que se derivó de él y por consiguiente, también es real la existencia de la discriminación que se ha fundado, mantenido y transmitido a raíz de éste; por lo tanto, en la sociedad y particularmente en la enseñanza de las ciencias, es urgente reflexionar al respecto y plantear estrategias que permitan dilucidar y analizar este tipo de racismo, de tal forma que se comprenda su contexto histórico cultural y se configure la desconstrucción conceptual del mismo, para contribuir a una educación que forme para el reconocimiento de la diversidad cultural, la equidad y la ciudadanía.

En este sentido, siguiendo a Verrangia (2014) también es importante discutir y analizar en la enseñanza de las ciencias y en la formación de profesores el impacto del conocimiento científico en la sociedad, a la luz del contexto histórico en el que las teorías científicas se formularon y comprender los valores sociales que interfirieron en su formulación y la interferencia de éstas en la construcción de dichos valores. De igual manera es necesario analizar críticamente la importancia histórica y la responsabilidad de las teorías de la biología como la de la evolución darwinista y la de la herencia mendeliana y los postulados de la antropología y la medicina, en la formación de ideas sobre las razas humanas, el mestizaje, la normalidad, el defecto, la jerarquización racial y los movimientos eugenésicos; lo anterior, con el objetivo de proponer estrategias didácticas que permitan entre otras cosas, aclarar los errores conceptuales sobre los mecanismos de herencia, el fenotipo (color de piel y forma del cabello por ejemplo) y los procesos de evolución biológica. Así, la enseñanza de las ciencias, continuará con la reflexión y las acciones que permitan fortalecer una educación que considere responsablemente el contexto cultural, al reconocer la diferencia y la riqueza de la misma, sin dar lugar a ninguna desigualdad; esto es, conocer, comprender y respetar al "otro", a sus saberes y a las posibilidades de contrastación, negociación e intercambio de los mismos, con los propios.

Bibliografía

Almario, O.; Lasso, M.; Cunin, E.; Urrea, F.; Langebaek, C. & Chaves , M. (2007). Aproximaciones a los estudios de raza y racismo de Colombia. *Revista de Estudios Sociales* (27), pp. 184-193.

Alvarez, J. (2006). Educación, progreso y raza en Colombia entre 1920 y 1940: el caso de Medellín. *Revista Educación y Pedagogía, XVIII* (45), pp. 143-155.

Bitlloch, E. (1996). Ciencia, Raza y Racismo en el Siglo XVIII. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy, 6* (33), pp. 13-15.

Bizzo, N. (1995). Eugenia: Quando a biologia faz falta ao cidadao. *Cadernos de pesquisa* (92), pp. 38-52.

Broyles, R. (1998). *"Science and Race: Justifications and Constructions."*. Recuperado el 16 de Abril de 2014, de Evolutionay Cntroversies: http://www.oocities.org/capecanaveral/lab/1366/racism.html

Cabo, H., & Enrique, C. (2004). Hacia un concepto de ciencia intercultural. *Enseñanza de las ciencias, 1* (22), pp. 137-146.

Camargo, M. (2011). Las comunidades afro frente al racismo en Colombia. *Encuentros* (2), pp. 51-60.

Cardona, H., & Vásquez, M. (2011). Enfermedad deformante, degeneración y clima en Colombia (1880-1920). *História, Ciências, Saúde, 18* (2), pp. 303-319.

Castaño, N. (2014). Las relaciones modernización, educación, conocimiento, poder y la urgencia de construir formas alternativas de pensamiento para la educación en ciencias. En P. Archila, A. Aristizabal, E. Bustos, N. Castaño, C. El Hani, R. Hernández, . . . O. Suárez, *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones.* (pp. 123-144). Bogotá: Univesridad Distrital Francisco José de Caldas- DIE.

Castillejo, A. (2007). Raza, alteridad y exclusión en Alemania, durante la década de 1920. *Revista de Estudios Sociales* (26), pp. 126-137.

Castro, S. (2007). ¿Disciplinar o poblar? La intelecturalidad colombiana frente a la biopolítica (1904-1934). *Nómadas* (26), pp. 44-55.

Chona, G., Castaño, N., Cabrera, F., Arteta, J., Valencia, S., & Bonilla, P. (1998). Lo que nos dice la historia de la enseñanza de la biología en Colombia -Una aproximación –. *Tecné, Epiesteme y Diidaxis* (5), pp. 5-10.

Comisión de Derechos Humanos. (2012). *La discriminación y el derecho a la no discriminación.* México: Comisión de Derechos Humanos- México.

Congreso de Colombia. (30 de Diciembre de 1922). Ley 114 DE 1922 Sobre inmigración y colonias agrícolas. Bogotá, Colombia.

Cooper, R., & David, R. (1986). The biological concept of race and its application to public health and epidemiology. *Journal of Health Politics, Policy and Law, 11* (1), pp. 97-116.

Cravens, H. (1996). Scientific Racism in Modern America, 1870s-1990s. *Prospects, 21* (10), pp. 471-490.

Del Olmo, J. (2003). *Las caras del racismo. Colección filosofía y teoría social.* Montevideo: Libros en red- Amertown International S.A.

Dennis, R. (1995). Social Darwinism, Scientific Racism, and the Metaphysics of Race. *Journal of Negro Education, 64* (3), pp. 243-252.

Gallego, M. d. (2011). El racismo científico del siglo XVIII y las estrategias de auto- representación: La narrativa interesante de Olaudah Equiano. *Estudios Ingleses de la Universidad Complutense, 19*, pp. 71-87.

García, N. (2004). *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de Interculturalidad.* Barcelona: Gedisa.

George, J. (Mayo de 2001). *Culture and Science Education: A Look from the Developing World.* Recuperado el 05 de Mayo de 2014, de Action Bioscience: http://www.actionbioscience.org/education/george.html

Gómez, P. (1993). Las razas, una ilusión deletérea. *Gazeta de Antropología, 10* (01), pp. 1-12.

Hering, M. (2003). "limpieza de sangre" ¿racismo en la edad moderna? *Tiempos modernos, 9* (4), pp. 1-16.

Hering, M. (2007). "Raza" : variables históricas. *Revista de Estudios Sociales, 26*, pp. 16-27.

Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science education for sociopolitical action. *Science Education, 83*, pp. 775–796.

Jegede, O. (1995). "Collateral learning and the ecocultural paradigm in Science and mathematics Education in Africa" . *Studies in Science Education, 25*, pp. 97-137.

Jiménez, J. O. (2012). *El peso de la tradición: evaluación educativa y cultura en Colombia. 1900-1968. Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de: Doctor en Historia.* . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Krieger, N., & Fee, E. (1994). Man-made medicine and women's health: the biopolitics of sex/gender and race/ethnicity. *International Journal of Health Services, 24* (2), pp. 265-283.

Lee, O. (2005). Science Education and Student Diversity: Synthesis and Research Agenda. *Journal of Education for Students Placed at Risk, 10* (4), pp. 433-440.

Lewontin, R., Rose, R., & Kamin, L. (1996). *No está en los genes. Crítica del racismo biológico.* Barcelona: Grijalbo Mondadori.

Marín, J. (2003). Las "razas" biogenéticamente, no existen, pero el racismo sí, como ideología. *Revista Diálogo Educacional, 4* (9), pp. 107-113.

Martinelli, M. (2010). Los conceptos de raza y nación en perspectiva histórica. Sus influencias en el surgimiento del nacionalismo israelí. *Antíteses, 3* (6), pp. 1077-1093.

Martins, I. (2008). Alfabetização científica: Metáfora e perspectiva para o ensino de ciências. *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, pp. 1-14.

Miller, P. (1998). The anatomy of scientific racism: Racialist responses to black athletic achievement. *Journal of Sport History, 25*, pp. 119-151.

Molina, A. (2010). Una relación urgente: Enseñanza de las ciencias y contexto cultural. *Revista EDUCyT, 1* (1), pp. 76-88.

Molina, A., & Mojica, L. (2011). Alteridad, diversidad cultural y enseñanza de las ciencias: Perspectivas de los profesores. *Educación y ciudad, 21*, pp. 29-43.

Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: aprender de la diversidad cultural. *Revista Internacional del Magisterio, 57* (6), pp. 78-82.

Molina, A., & Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. *Revista de Enseñanza de la Física, 24* (2), pp. 7-26.

Molina, A., Martínez, C., Mosquera, C., & Mojica, L. (2003). Diversidad cultural e implicaciones en la enseñanza de las ciencias: reflexiones y avances. *Revista Colombiana de Educación, 56*, pp. 103-128.

Molina, A., El Hani, C., & Sánchez, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura:Múltiples Aproximaciones. En P. Archila, A. Aristizabal, E. Bustos, N. Castaño, C. El Hani, R. Hernández, . . . O. Suárez, *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones* (págs. 19-37). Bogotá: Univesridad Distrital Francisco José de Caldas- DIE.

Nieto, M. (2007). Castro-Gómez, Santiago (2005). La Hybris del punto cero: ciencia, raza e Ilustración en la Nueva Granada (1750-1816). *Revista de Estuidos sociales*, pp. 176-179.

Oliveira, P., Oliveira, I., & Beltrão, M. (2010). Racialismo e Antirracialismo em Discursos de Estudantes Universitários. *Psicologia Política, 10* (19), pp. 25-40.

Oppenheimer, W. (18 de Octubre de 2007). Tormenta de críticas al Nobel Watson por despreciar a los negros. *El país*.

Páramo, C. (2010). Decadencia y redención. Racismo, fascismo y los orígenes de la antropología colombiana. *Antípoda* (11), pp. 67- 99.

Pedraza, Z. (1996,1997). El debate eugenésico: Una visión de la modernidad en Colombia . *Revista de antropología y arqueología, IX*(1-2), pp. 110-154.

Pérez, M. (2011). Educación, educación en ciencias y diversidad cultural: una refelxión para la formación de profesores de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis*(Extraordinario), pp. 900-905.

Ramírez, C. (2007). De genes, razas y racismo (Parte I). *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel, 38* (2), pp. 64-65.

Restrepo, E. (2007). Imágenes del "negro" y nociones de raza en Colombia a principios del siglo XX. *Revista de estudios sociales* (27), pp. 46- 61.

Rodríguez, B. (2012). Especímenes antropométricos y curiosidades pintorescas: la orquestación fotográfica del cuerpo negro. (Brasil circa 1865). *Revista Ciencias de la Salud , 10* (2), pp. 223-242.

Runge, A., & Muñoz, D. (2005). El evolucionismo social, los problemas de la raza y la educación en Colombia, Primera mitad del siglo xx: el cuerpo en las estrategias eugenésicas de línea Dura y de línea blanda. *Revista iberoamericana de educación* (39), pp. 127-168.

Sánchez, J. (2006). Antropología física y racismo científico en España durante la segunda mitad del siglo IXX. *Iluil, 29*, pp. 143-166.

Sánchez, J. (2007). La racionalidad delirante: el racismo científico en la segunda mitad del siglo XIX. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría, 27* (2), pp. 111-126.

Sánchez, J. (2008). La Biología humana como ideología: el racismo biológico y las estructuras simbólicas de dominación racial a fines del siglo XIX. *Theoría, 61*, pp. 107-124.

Sánchez, J. (2009). Las ciencias y las razas en Brasil hacia 1900. *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia, LXI* (2), pp. 67-100.

Sánchez, J., Sepúlveda, C., & El-Hani, C. (2013). Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de las ciencias. *Magis- Revista internacional de investigación en educación, 6* (12), pp. 55-67.

Sealing, K., & Blood, W. (2000). Scientific Racism and the Legal Prohibition Against Miscegenation. *Michigan Jornal of race and law, 5*, pp. 559-609.

Soler, S. (2013). *Usted ya en la Univesidad y no sabe escribir. Escritura y poder en la Universidad.* Bogotá: Universidad Distrital Franscisco José de Caldas- DIE.

Spracklen, K. (2008). The Holy Blood and the Holy Grail: myths of scientific racism and the pursuit of excellence in sport. *Leisure Studies, 27* (2), pp. 221-227.

Tupper, J. (2002). Silent voices, silent stories: Japanese Canadians in social studies textbooks. *Alberta Journal of Educational Research , 48* (4), pp. 327-340.

Van Dijk, T. (1987). *Communicating Racism.* Londres: Sage Publications.

Verrangia, D., & Silva, P. (2010). Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de Ciências. *Educação e Pesquisa, 36* (3), pp. 705-718.

Verrangia, D. (2014). Multiculturalismo, relaciones etnoraciales y enseñanza de las ciencias: algunos desafíos. En D. Verrangia, M. Lori, J. Riechmann, M. Molina, & O. Tamayo, *Miradas contemporáneas en educación: Algunos puntos clave para el debate*, pp. 13-25. Bogotá: DIE Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Winant, H. (2006). Race and racism: Towards a global future. *Ethnic and Racial Studies, 29* (5), pp. 986-1003.

Olga Lucía Godoy Morales

Es profesora de física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, vinculada al Proyecto Curricular de Tecnología en Topografía. Obtuvo el grado de física en la Universidad Nacional de Colombia. Es Magistra en Educación de la Pontificia Universidad Javeriana. Actualmente es estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE) sede Universidad Francisco José de Caldas. Adscrita al Énfasis de Enseñanza de las Ciencias trabaja en la línea de investigación Relaciones entre la Historia y la Filosofía de las Ciencias y la Didáctica de las Ciencias.

Jair Zapata Peña

Licenciado en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con Maestría en Ciencias en Física de la Universidad de Puerto Rico-Mayagüez; actualmente es estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Énfasis en Ciencias, Grupo DIDAQUIM. Se desempeña como profesor de la Universidad Libre. En su experiencia profesional cuenta con diez años como docente universitario, sus campos de trabajo están asociados a la enseñanza de la física en ingeniería y la formación de profesores en pregrado y en postgrado orienta el desarrollo de proyectos de grado y metodología de la investigación.

Rubinsten Hernández Barbosa

Licenciado en Química y Biología de la Universidad INCCA de Colombia. Realizó estudios de Maestría en Biología en la Pontificia Universidad Javeriana y de Especialización en Lenguaje y Pedagogía de Proyectos en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Es Magister en Didáctica de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Colombia. Ha participado en el proceso de planeación y desarrollo de trabajos de investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales y en Ciencias Básicas cuyos resultados han sido publicados en revistas nacionales e internacionales. También ha formado parte del comité evaluador en diferentes revistas. Actualmente adelanta Estudios de Doctorado en Educación con énfasis en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Es docente Investigador de la Maestría en Didáctica de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Colombia.

Nadenka Melo

Microbióloga con Maestría en Microbiología y actualmente se desempeña como profesora asistente de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Estudiante del Doctorado en Interinstitucional en Educación, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Sus líneas de interés de investigación son: Enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural.

Liliana Angélica Rodríguez Pizzinato

Estudiante de Doctorado Interinstitucional en Educación Sede Universidad Distrital Francisco José Caldas. Miembro de grupo de investigación Intercitec, en la línea de investigación Enseñanza de las ciencias, contexto y diversidad cultural. Magister en Educación con énfasis en Docencia de la Geografía de la Universidad Pedagógica Nacional. Licenciada en Ciencias Sociales de la Universidad de la Sabana. Docente de planta de la Universidad Distrital Francisco José Caldas de la Facultad de Ciencias y Educación del Proyecto Curricular de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Sociales y de la Maestría en Educación.

Edier Hernán Bustos Velazco

Docente T.C. Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Estudiante Doctorado Interinstitucional en Educación DIE; Estudiante Doctorado en Geografía FaHCE, UNLP

María Juliana Beltrán Castillo

Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; línea de Investigación: Enseñanza de las Ciencias, Contexto y Diversidad Cultural; grupo de investigación INTERCITEC. Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Bacterióloga y Laboratorista Clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente del área de Ciencias Naturales en la Secretaría de Educación del Distrito.

Este libro se publicó en Bogotá, Colombia,
en el año 2015, con la dirección gráfica
de *Común Presencia Editores*.